



EESTI MAAÜLIKOOL
Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Kaarel Sild

EESTI LIHAVEISETÕUGUDE LIHAJÕUDLUSE VÕRDLUS
COMPARISON OF ESTONIAN BEEF CATTLE BREEDS
PRODUCTIVITY

Magistritöö
Loomakasvatuse õppekava

Juhendaja: Alo Tänavots, pm-dr
Tõnu Põlluäär, *MSc*
Heli Kiiman, pm-dr

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Magistritöö lõputöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Autor: Kaarel Sild		Õppekava: loomakasvatus	
Pealkiri: Eesti lihaveisetõugude lihajõudluse võrdlus			
Lehekülgi: 60	Jooniseid: 29	Tabeleid: 4	Lisasid: 0
Osakond / Õppetool: Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut / Tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetool			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: B400 Zootehnika, loomakasvatus,			
Juhendaja(d): Alo Tänavots pm-dr; Tõnu Põlluäär, MSc; Heli Kiiman, pm-dr			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2021			
<p>Lihaveisekasvatusega tegelemisel on oluline valida sobiv tõug. Teeme seda vastavalt olemasolevale maa ressursile ning seejuures tunda lihatõuge iseloomustavaid näitajaid. Magistritöö eesmärk oli võrrelda Eestis enamkasvatavate lihaveisetõugude lihajõudlusnäitajaid ja neid analüüsida, et selgitada välja Eesti tingimustes parimaid tulemusi andvad tõud. Kõige täielikum andmebaas selle töö jaoks saadi Eesti Tõuloomakasvatajate Ühistult, kus aastate jooksul oli kogutud lihaveiste jõudlusandmeid nagu rümbamass, lihakus- ja rasvasushinne. Andmeid kasutati perioodist 01.01.2015 kuni 31.03.2021. Magistritöö jaoks uuriti ainult Eestis levinuimaid lihaveisetõuge, kelleks olid limusiini (Li), aberdiin-anguse (Ab), herefordi (Hf), simmentali (Si), šarolee (Ch), akviteeni hele (Ba) ja šoti mägiseise (Hc) tõud. Realiseerimistulemuste võrdlemiseks leiti ning vaadeldi lihajõudlusnäitajate vahelisi seoseid, tehti kasvukiiruste võrdlemiseks regressioonianalüüs, võrreldi lihajõudluse andmeid nii lineaarse segamudeli kui ka peakomponentanalüüsi abil. Tõugude kaupa esinesid lihajõudlusandmetes erinevused. Limusiini tõul oli kõrgeim lihakushinde vähimruutkeskmine (2,4 ehk O) ning rümbamassi vähimruutkeskmine (322,2 kg) ei erinenud palju suurima rümbamassiga (325,6 kg) akviteeni heleda omast. Siit järeldub, et antud andmete baasil andis limusiini tõug parimaid lihajõudluse tulemusi.</p>			
Märksõnad: jõudluskontroll, lihakushinne, rasvasushinne, rümbamass			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Master's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Author: Kaarel Sild		Curriculum: Animal Science	
Title: Comparison of Estonian Beef Cattle Breeds Productivity			
Pages: 60	Figures: 29	Tables: 4	Appendixes: 0
Department / Chair: The Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences / Chair of Animal Breeding and Biotechnology			
Field of research and (CERC S) code: B400 Zootechny, animal husbandry, breeding			
Supervisors: Alo Tänavots, DSc(agriculture); Tõnu Põlluäär, MSc; Heli Kiiman, DSc(agriculture)			
Place and date: Tartu, 2021			
<p>It is very important to choose the right cattle breed while specialising in beef production. In order to choose, the characteristics of the beef cattle breed in certain region should be considered. The objective of this thesis was to compare the carcass traits of most numerous beef cattle breeds in Estonia in order to find out the breed which gives the best results in Estonian conditions. Animal Breeders' Association of Estonia had the most complete data set for this thesis. The data set consisted of beef cattle productivity traits like carcass mass, conformation and fat score and it was from period 01.01.2015 until 31.03.2021. Only most common Estonian beef cattle breeds were compared. They were limousin (Li), aberdeen-angus (Ab), hereford (Hf), simmental (Si), charolais (Ch), Blonde d'Aquitaine (Ba) and highland cattle (Hc). In order to compare beef cattle productivity the correlations between carcass traits were found, regression analysis was made to compare growth speed, linear mixed model and principal component analysis was made to compare carcass traits. There were statistically significant differences between breeds. The limousin breed had the highest least squares mean of conformation score (2.4; O) and the least square mean of carcass mass (322.2 kg) did not differ much from the highest least square mean (325.6 kg) which belonged to breed Blonde d'Aquitaine. It implies that the best carcass traits came from limousin breed.</p>			
Keywords: performance testing, conformation score, fat score, carcass weight			

SISUKORD

SISUKORD	5
LÜHENDID	7
SISSEJUHATUS	8
TÄNUAVALDUSED.....	10
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	11
1.1 Lihaveiste jõudlusnäitajad	11
1.2 Eesti lihaveiste arvukus tõugude lõikes.....	12
1.2.1 PRIA loomade registris registreeritud lihaveised	12
1.2.2 Jõudluskontrollis olevad lihaveised	12
1.3 Eesti enamkasvatatavad lihaveisetõud.....	12
1.3.1 Aberdiin-angus (Ab)	12
1.3.2 Hereford (Hf)	13
1.3.3 Limusiin (Li).....	14
1.3.4 Šarolee (Ch)	15
1.3.5 Simmental (Si)	16
1.3.6 Akviteeni hele (Ba)	17
1.3.7 Šoti mägiveis (Hc)	18
1.4 Teiste riikide lihaveise populatsiooni uuringud	19
1.4.1 Soome	19
1.4.2 Läti	20
1.4.3 Rootsi	21
1.4.4 Slovakkia	21
1.4.5 Ukraina.....	22
1.5 Lihajõudlusnäitajate mõjutajad ning päritavus.....	22
1.5.1 Lihajõudlusnäitajate päritavus	22
1.5.2 Lihajõudlusnäitajaid mõjutavad tegurid	23
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	24
2.1 Andmete iseloomustus.....	24
2.1.1 Üldine kirjeldus.....	24
2.1.2 Vanuseline jaotus	25
2.1.3 Tõugude esindatus	26
2.1.4 Veresus.....	27
2.1.5 Rümpade lihacus- ja rasvasushinded	27
2.2 Metoodika üldiseloomustus	28

2.2.1	Korrelatsioonide leidmise ja kontrollimise metoodika	28
2.2.2	Regressioonanalüüs	29
2.2.3	Lineaarne segamudel	29
2.2.4	Peakomponentanalüüs.....	30
3.	TULEMUSED	31
3.1	Korrelatsioonid	31
3.1.1	Tõugudeülesed korrelatsioonid.....	31
3.1.2	Limusiini tõu tunnustevahelised seosed.....	32
3.1.3	Aberdiin-anguse tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed.....	33
3.1.4	Herefordi andmete tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed	34
3.1.5	Simmentali tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed	35
3.1.6	Šarolee tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed	36
3.1.7	Akviteeni heleda tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed	37
3.1.8	Šoti mägiveise tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed.....	38
3.2	Regressioonanalüüs	39
3.2.1	Vanusegrupp 12–23 kuud	39
3.2.2	Realiseeritud pullid ja pullikud vanusegrupis 12-23 kuud	40
3.2.3	Rasvasus- ja lihakushinde lineaarne regressioonimudel.....	42
3.3	Tõugude võrdlemine lineaarse segamudeli abil	43
3.3.1	Keskmise rümbamassi erinevused	43
3.3.2	Keskmise lihakushinde tõugudevahelised erinevused	44
3.3.3	Keskmise rasvasushinde tõugudevahelised erinevused	45
3.4	Peakomponentanalüüs	45
3.4.1	Faktorid	45
3.4.2	Tõugude erinevused peakomponentanalüüsis	46
3.4.3	Puhtatõuliste ja ristandite erinevused peakomponentanalüüsis	48
3.4.4	Tõugudevahelised erinevused vanusegrupis 12–23 kuud peakomponentanalüüsis.....	48
4.	ARUTELU	50
4.1.1	Korrelatsioonid	50
4.1.2	Regressioonanalüüs	51
4.1.3	Lineaarne segamudel	51
4.1.4	Peakomponentanalüüs.....	51
4.1.5	Järeldused.....	52
	KOKKUVÕTE	53
	KASUTATUD KIRJANDUS	56

LÜHENDID

Li – limusiin;

Ab – aberdiin-angus;

Hf – hereford;

Si – simmental;

Ch – šarolee;

Ba – akviteeni hele;

Hc – šoti mägiveis;

PRIA – Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet;

EPJ – Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS;

ETKÜ – Eesti Tõuloomakasvatajate Ühistu;

SISSEJUHATUS

Lihaveiste arvukus Eestis on viimase kolmekümne aasta jooksul pidevalt kasvanud. Veiseliha tootmine on koos tõuloomakasvatusega ning maastikuhooldusega üks lihaveisekasvatuse põhieesmärke. Lihaveisekasvatusega tegelemisel on oluline valida sobiv tõug. Tõu valikul on väga palju erinevaid tegureid, mida tuleb kaaluda. Näiteks, kas on tegemist ekstensiivse või intensiivse pidamisega ning millised rohumaad on kasvatajal kasutada. Iga tõug on kohastunud eri tingimustega ja seetõttu ei ole erinevate tõugude tootlikkuse näitajad eri piirkondades samad (Suurmaa, 2005). Seetõttu on oluline teada eri lihaveisetõuge iseloomustavaid tegureid selles piirkonnas, kus neid kasvatama hakatakse.

Magistritöö eesmärk oli võrrelda Eestis enim kasvatatavate lihaveisetõugude tootlikkuse näitajaid ja neid analüüsida, et selgitada välja Eesti tingimustes parimaid tulemusi andev tõug.

Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgnevad uurimisülesanded:

- selgitada välja, kas eri tõugu veiste realiseerimise tulemused SEUROP-süsteemis on oluliselt erinevad;
- võrrelda ja hinnata tõugude lihajõudlusandmeid.

Eestis tegeleb lihaveiste andmete kogumise ja töötlemisega kolm organisatsiooni: Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet (PRIA), Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS (EPJ) ning Eesti Tõuloomakasvatajate Ühistu (ETKÜ). PRIA peab põllumajandusloomade registrit, mis on loodud loomatauditõrje seaduse alusel (Riigikogu, 2021). EPJ töötleb jõudluskontrollis olevate veiste andmeid. Jõudluskontrolli üldine eesmärk on välja selgitada veiseliha tootmise eesmärgil kasvatatavate lihaveiste jõudlus, parandada veiseliha kvaliteeti ja suurendada tootmise rentaablust (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS, 2020). ETKÜ ülesanne on jõudluskontrolli läbiviimine. Jõudluskontrolli andmebaasi „Liisu“ kogutakse lisaks loomade põlvnemis- ning jõudluskontrolli andmetele ka realiseeritud veiste tapaandmed, näiteks lihaku- ning rasvasushinded. Kuna kõige rohkem andmeid üksikute veiste kohta on kogutud ETKÜ

aastaruannetesse, siis selles töös kasutatakse lihajõudluse hindamiseks ETKÜ poolt kogutud andmeid, kuna need sisaldavad iga isendi kohta kõige rohkem informatsiooni.

TÄNUAVALDUSED

Andmete kogumise ja jagamise eest avaldab töö tegija tänu Eesti Tõuloomakasvatajate Ühistule, Eesti Lihaveisekasvatajate Seltsile, Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS-le ja lihaveisekasvatajatele. Ilma nende andmeteta ei oleks selline uurimus võimalik.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Lihaveiste jõudlusnäitajad

Liha tootmise eesmärgil kasvatatavad veised on lihaveised, kelleks loetakse veist, kelle isa on puhtatõuline lihatõugu pull, kusjuures ema tõug ei ole oluline (Suurmaa, 2005). Lihaveise eest makstakse tapamajas tavaliselt rümbamassi, lihakushinde ning rasvasushinde alusel. Rümp on selles töös veise lihakeha peale sisikonna, naha, pea ja sõrgade eemaldamist (Alt, 2006). Eestis läbi viidud uuringu järgi oli keskmine lihaveise rümbasaagis 52,8% (Parts, 2016). Lihakus- ning rasvasushinne määratakse Eestis vastavalt Euroopa Liidu regulatsioonile number 1308/2013 (Vabariigi Valitsus, 2021).

Lihakushinnete klassifikatsioon on järgmine:

- 1) S, kõrgeim – kõik rümba lihased äärmuseni kumerad ja erakordne lihasareng (topeltlihase tüüpi rümp);
- 2) E, suurepärase – kõik lihased kumerad ja väga kumerad, erakordne lihasareng;
- 3) U, väga hea – lihased üldiselt kumerad, väga hea lihasareng;
- 4) R, hea – lihased üldiselt sirged, hea lihasareng;
- 5) O, keskmine – lihased sirged ja nõgusad, keskmine lihasareng;
- 6) P, halb – kõik lihased nõgusad või väga nõgusad, halb lihasareng. (European Parliament and Council, 2013)

Rasvasushinded määratakse järgnevalt:

- 1) 1, madal – rasvakiht puudub või on vähene;
- 2) 2, kerge – kerge rasvakiht, mis on peaaegu kõikjal nähtav;
- 3) 3, keskmine – kõik lihased peale õlgade ja tagajalgade on kaetud peaaegu tervenisti rasvaga, kerged rasvakogud rinnaõõnes;
- 4) 4, kõrge – lihased kaetud rasvaga, tagajalgadel ja õlgadel osaliselt veel nähtavad, rinnaõõnes äratuntavad rasvakogud;
- 5) 5, väga kõrge – kogu rümp on kaetud rasvaga, suured rasvakogud rinnaõõnes. (European Parliament and Council, 2013)

1.2 Eesti lihaveiste arvukus tõugude lõikes

1.2.1 PRIA loomade registris registreeritud lihaveised

Seisuga 21.05.2021 oli PRIA loomade registrisse registreeritud 83 118 lihaveist 2042 tegevuskohas. Erinevate tõugude lõikes oli ammlehmade arvukus järgmiselt: 7452 aberdiin-angust, 7248 herefordi, 5258 limusiini, 4257 simmentali, 3583 šaroleed, 2357 šoti mägiveist, 1101 akviteeni heledat, 371 galloveid, 242 tirooli halli, 217 belgia sinist, 108 dexterit, 92 aubraki, 71 piemonti, 26 salersit, 17 piisonit ja 14 šorthorni. (Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet, 2021)

1.2.2 Jõudluskontrollis olevad lihaveised

Seisuga 21.05.2021 oli Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS-s registreeritud eri lihaveise tõugude lõikes ammlehmi 15 850. Nendest olid puhtatõulised 7248 ja ristandid 8602. Tõuti oli jaotus järgmine: aberdiin-anguseid 3757, limusiine 3188, hereforde 2769, simmentale 2303, šaroleed 2117, šoti mägiveist 725, akviteeni heledat 556, galloveid 228, aubraki 60, tirooli halli 57, belgia sinist 43, salersit 15 ning piemonti 7. (Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS, 2021)

1.3 Eesti enamkasvatatavad lihaveisetõud

1.3.1 Aberdiin-angus (Ab)

Aberdiin-anguse lihaveisetõug on üks klassikalistest Briti tõugudest (joonis 1). Tõug loodi karmi kliimaga Šotimaa mägisemas osas aberdiini veisest, kellel on head lihaomadused ja varane suguküpsus saamine, ning angusest, kellel on hea piimatootlus. Aberdiin-anguse oluline majanduslik omadus on kohastumus karjamaasöödaga. See oli ka oluline omadus tõu loomise ajal, kuna siis ei nuumatud Šotimaal lihaveiseid. Selle asemel lasti neil 2–3 aastat karjamaal olla, misjärel nad müüdi nuumamiseks Inglismaale. (Konstandoglo *et al.*, 2018)

Aberdiin-anguse hea lihakvaliteedi kohta on ilmunud uuring Tšehhis. Nelja veisetõu vahel võrreldi kasvu, söödakasutuse efektiivsust, rümbaomadusi ja lihakvaliteeti, kaasa arvatud maitset. Identsetes kasvu- ning söötmistingimustes nuumati 40 pulli. Igast tõust oli esindatud kümme pulli. Need tõud olid aberdiin-anguse, gasconi, holsteini ja fleckvieh. Aberdiin-angus ja gascon on lihaveisetõud, holstein on piimaveisetõug ning fleckvieh on kasutatav nii piimaveisena kui ka lihakasvatuse eesmärgil. Aberdiin-anguse liha oli kõigist pehmeim ning sisaldas ka kõige enam lihasesisest rasva. Maitset hinnati aberdiin-anguse liha neljast parimaks. (Bureš & Bartoň, 2018)



Joonis 1. Aberdiin-anguse tõugu tõupull EE 21057977 (Liis Ira)

1.3.2 Hereford (Hf)

Hereford on tumepunase karvastiku värvusega keskmise suurusega tõug. Tõu esindajatel on hästi arenenud esiosa, jässakad jalad ja lai pea (joonis 2). Jala alaosa, sabaots, kõhualune, pea ning kaela alaosa on reeglina valged. Esineb nii nudisid hereforde kui ka lühemapoolsete jämedate sarvedega hereforde. Iseloomult on nad üldiselt sõbralikud ja sõnakuulelikud. Herefordidel on hea kohanemisvõime ning nad on head rohusööda kasutajad. Nende liha säilib hästi ning säilitab ilusat punast värvust. See on ka omega-3 rasvhapete rikas.

Herefordidel tekib ka rohumaadel pidades lihas marmorsus. Nende puudus on suhteliselt suur rasva ladestumine. (Herefordi Tõu Aretusprogramm, 2021)



Joonis 2. Herefordi tõugu tõupull EE 23265875 (Liis Ira)

1.3.3 Limusiin (Li)

Limusiini tõug on pärit Prantsusmaa keskosast. Selle tõu ajalugu algab 17. sajandist, kui neid kasutati nii veo- kui lihloomadena. Limusiini esimene tõuraamat avaldati 1886. aastal. Limusiini tõus on ühendatud nii suurepärase lihakeha kvaliteet, vähene rasvasus, kerge poegimine, noorveiste suur kasvuintensiivsus ja hea söödakasutusvõime. Kehaehituselt on limusiinid hästi lihaselised ning peente luudega (joonis 3). Nad on kuld- või helepruuni värvi. Parimad omadused on 65% rümbasaagis ning kõrgeima klassi lihakeha. Rasva on rümpades väga vähe ja liha sisaldab palju mineraalaineid ning mikroelemente. Limusiinid sobivad nii karjamaale kui ka laudatingimustesse ning neile sobivad kõik söötmistüübid. (Suurmaa, 2005)



Joonis 3. Limusiini tõugu tõupull EE 22946027 (Liis Ira)

1.3.4 Šarolee (Ch)

Šarolee on Prantsusmaalt pärit vana tõug. Esimesed tõendid valge värvusega lihaveise kohta ulatuvad aastasse 878. Šarolee tõuraamat algab aastaga 1864. Veise värvus on valge kollakaskreemja tooniga (joonis 4). Neil on roosa ninamokapeegel ja heledad sõrad. Jalad on lihaselised. Šaroleel on suur kasvuintensiivsus, head lihakeha näitajad ja hea ööpäevane juurdekasv. Liha rasvasisaldus on pigem väike. Neid võib kasvatada kvaliteetsel rohumaal või intensiivselt. Iseloomult on rahulikud ja alluvad peremeestele. (Šarolee Tõu Aretusprogramm, 2021)



Joonis 4. Šarolee tõugu tõupull EE 22709073 (Liis Ira)

1.3.5 Simmental (Si)

Tõug pärineb Šveitsist. Neid iseloomustab eelkõige hea piimatoodang ja väga hea liha. See tõug sobibki nii liha- kui ka piimatootmiseks. Paljudes riikides on eraldi piima- ja liha aretusliinid. Simmental kohaneb igasuguse kliimaga hästi. Peamine värvus on valge või helekollasest tumekollaseni ja ka pruunist punakaspruunini (joonis 5). Võib olla hajutatult üksikuid tumedamaid laike. Ka esineb herefordi sarnaseid punase-valgekirjusid simmentale. Täiskasvanud loomad on võimsa lihastikuga. Võrreldes teiste tõugudega vajab simmental veidi rohkem sööta, kuna noorveised kasvavad kiiresti. (Suurmaa, 2020)



Joonis 5. Simmentali tõugu tõupull EE 22180438 (Liis Ira)

1.3.6 Akviteeni hele (Ba)

Akviteeni hele on aretatud Prantsusmaal kolmest liinitüvest: Garonaise Quercy, Blonde de Pyrenes ja Blonde d'Aquitaine. Euroopas on see tõug tuntud alates kuuendast sajandist ning tõuraamatud loodi 19. sajandi keskel. Praegu on see Prantsusmaa populaarseim lihaveisetõug. Veistel on märkimisväärselt pikk kere ja suurepärase lihased (joonis 6). Ka on akviteeni hele suure kasvuintensiivsusega, hea õpetatavusega ning nende poegimine on kerge. Eestisse jõudis tõug 2002. aastal, kui osteti esimene pull ja kaks mullikat Rootsist. Akviteeni hele saab hakkama karjamaarohu ratsiooniga, aga kõrge ööpäevane massi-iive saavutatakse intensiivsete söötmistingimuste korral. Pidamine on suhteliselt kerge ja juurdekasv hea. (Hele Akviteeni Tõu Aretusprogramm, 2021)



Joonis 6. Akviteeni heleda tõugu tõupull EE 21256295 (Liis Ira)

1.3.7 Šoti mägiveis (Hc)

Tõug pärineb Šotimaa mägialadelt, kus nad on kohastunud raskete elutingimustega kiduratel karjamaadel. Esimesed šoti mägiveised jõudsid meile Rootsist 1999. aastal. Šoti mägiveis on väga atraktiivse väljanägemisega, pikakarvaline ja pikkade sarvedega (joonis 8). Tõug on ekstensiivne ning kasvult väike. Mägiveis ei sobi intensiivseks nuumamiseks, pullid saavad tapaküpseks alles 24–30 kuu vanuses. Nende pidamine on vähenõudlik ja odav, kuigi soojades tingimustes võivad üle kuumeneda. Talvituvad meelsasti väljas varju all. Sööda suhtes on väga vähenõudlikud ja sobivad maastikuhoolduseks. Liha on eriline, vähese rasva- ja kolesteroolisisaldusega ning sisaldab rohkesti valku ja rauda. (Šoti Mägiveise Tõu Aretusprogramm, 2021)



Joonis 7. Šoti mägiveise tõug (Reet Toi)

1.4 Teiste riikide lihaveise populatsiooni uuringud

1.4.1 Soome

Soome lihaveise populatsiooni kohta tehti uuring 2015. aastal. Selle uuringu peaesmärk oli selgitada välja Soome lihatõugu pullide ja lehmade kasvu- ning rümbaomadused. Eraldi vaadeldi ka liha väärtükke. Soome tapamajade andmed sisaldasid 6323 herefordi pulli ning 2385 lehma, 4421 šarolee pulli ning 1794 lehma, 4335 limusiini pulli ning 1951 lehma, 4068 aberdiin-anguse pulli ning 1692 lehma, 2151 simmentali pulli ning 774 lehma, 344 akviteeni heleda pulli ning 147 lehma andmeid. Liha väärtükkide hindamiseks oli eraldi andmebaas 1112 pulli ning 260 lehmaga. Kasvukiiruses, rümbaomadustes ning majanduslikus produktiivsuses olid olulised tõupõhised erinevused. Hiljem tapamassi jõudvatel kontinentaaltõugudel oli võrreldes varem valmivate Briti lihatõugudega suurem rümbasaagis, vähem rasva ning suuremad liha väärtükid. Uuringu andmetel sobivad hiljem

valmivate tõugude rümbaomadused Soome tootmissüsteemi paremini. (Pesonen & Huuskonen, 2015)

Teises Soome-põhise tõugude võrdluses saadi tulemuseks, et Soomes oli simmentali, šarolee ja limusiini tõugu lihavede keskmine tapamass suurem kui herefordil ning aberdiinangusel. Šarolee ning limusiini rümpade lihavede oli parem ning rasvasuse hinne väiksem võrreldes herefordi ning aberdiinangusega. (Kause *et al.*, 2015)

Soomes toodeti 2014. aastal 82,3 miljonit kg liha ning tarbiti 101,4 miljonit kg (Niemi & Ahlstedt, 2015). Seetõttu ka kohalikud tapamajad eelistasid suure lihakeha massiga loomi ning keskmised rümbamassid olid aastatega ka pidevalt tõusnud (Pesonen & Huuskonen, 2015). Samas Soome tarbijad eelistavad väherasvaseid tooteid ning seetõttu oli lihatööstus seadnud suuniseks, et kaks kolmandikku rümpadest oleks rasvasushindega 2 ning üks kolmandik hindegaga 3 (Herva *et al.*, 2011). See tegi soome lihavede kasvatavate olukorra keeruliseks, kuna tavaliselt suurenes rümbamassi kasvades ka rasvasus (Keane & Allen, 1998).

1.4.2 Läti

Läti lihavede tõugude tootlikkust on uuritud 2016. aastal ilmunud artiklis. Uuriti akviteeni heleda, herefordi, simmentali ning ristandite tootlikkust mahepõllumajanduses. Nuumama hakati pulle peale 7–8-kuulise vasika võõrutamist ammehmast. Nuumamine lõpetati, kui oli saavutatud vähemalt viiesajakilone elumass. Katses oli 21 pulli: neli akviteeni heledat, kuus herefordi, kuus simmentali ning viis ristandit. Suurim juurdekasvu kiirus oli simmentali tõugu pullidel (849 g päevas), samas suurim elumassi juurdekasv nuumaperioodi lõpuks oli akviteeni heledal (295 kg). Kõige kiiremini jõudsid tapamassini ristandpullid. Nende tapavägi oli 532 päeva. Parimate tapatulemustega paistsid silma akviteeni heleda tõu esindajad, kelle rümbamass oli keskmiselt 342 kg ning rümbahinne 2 ehk U (väga hea). (Muižniece & Kairiša, 2016)

Veiseliha tootmine on Lätis aja jooksul vähenenud. Selle põhjuseid on uuritud ja järeldusena leiti, et see oli seotud põhiliselt vähenenud veiseliha tarbimisega, mis oli seotud veiseliha hinnatõusuga. Probleemiks Lätis oli ka piimavede liha suur osakaal, mis viis veiseliha hinna, lihavede kasvatamiseks liiga madalaks. (Zvirbule & Andersons, 2017)

1.4.3 Rootsi

Rootsis oli 2018. aasta seisuga 214 257 ammlehma, kelle eesmärk oli vasikate tootmine, ning 319 387 lehma, kelle eesmärk oli piimatootmine. Võrreldes 1990. aastaga on riigis suurenenud lihaveiste osakaal ning arv ja vähenenud piimaveiste arv (Statistiska centralbyrån, 2019).

Rootsis oli nende jõudluskontrolli andmetel kõige populaarsem lihaveise tõug šarolee, seejärel hereford ja simmental. Simmentali tõu pullikutel (602 kg) ja lehmikutel (476 kg) oli seal kõrgeim aastavanuste lihatõugu veiste keskmine elusmass (Växa Sverige, 2020a). Aastal 2019 oli Rootsis šarolee tõugu lihaveise pullide keskmine lihakushinne SEUROP-süsteemis R+ ning rasvasushinne 3-. Herefordi tõugu pullide lihajõudlusnäitajad olid vastavalt R ja 3 ning simmentali pullide omad R+ ja 3-. (Växa Sverige, 2020b)

1.4.4 Slovakkia

Slovakkias võrreldi kuue lihaveisetõu kasvukiirusi. Nendeks tõugudeks olid aberdiin-angus, akviteeni hele, šarolee, hereford, limusiin ning simmental. Masside võrdlemiseks koostati üldine lineaarne mudel, mis arvestas tõu, ammlehma poegimisvanuset, sugu, karja, aastat, hooaega ning kaalumisaja variatsiooni. Võrreldi sünnimassi, massi 120 päeva vanuselt, massi 210 päeva vanuselt (võõrutusmass), massi aastaselt ning kasvukiirusi nende nelja perioodi vahel. Suurim sünnimass (40,5 kg) ning mass 120 päevaselt (172,4 kg) oli akviteeni heleda tõugu veistel. Simmentali tõugu veistel oli suurim võõrutusmass (260,3 kg), suurim mass aastaselt (424,1 kg) ja nad olid ka kõigil perioodidel kiireima kasvuga. Juurdekasv 120 päeva vanuseni oli simmentali tõugu veistel 1154 g päevas, juurdekasv 210 päeva vanuseni 1053 g päevas, juurdekasv aastavanuseni 1054 g päevas ning juurdekasv 210 päevaselt kuni aastaseks saamiseni 1098 g päevas. Kõige rohkem mõjutas juurdekasvu variatsioonide osakaalu karja-aasta-aastaja efekt (42,96–71,69%). Tõug mõjutas variatsiooni 1,05–2,21%. (Krupa *et al.*, 2005)

1.4.5 Ukraina

Aberdiin-anguse, šarolee ja voliinia lihatõugu veiste lihajõudluse andmeid võrreldi Ukrainas aastal 2019. Parim tapasaagis 61,7% oli voliinia tõugu veistel. Samas parim rümbasaagis 78,5% oli šaroleel. Keskmine elusmass 18 kuuselt oli šarolee tõugu pullidel 502,1 kg, voliinia tõugu pullidel 459,2 kg ning aberdiin-angusel 434,7 kg. (Svyrydenko & Kostenko, 2019)

1.5 Lihajõudlusnäitajate mõjutajad ning päritavus

1.5.1 Lihajõudlusnäitajate päritavus

Rootsis tehtud teadustöö eesmärk oli välja selgitada, kas SEUROP-süsteemi järgi hinnatud lihaomadused on päritavad. Selle jaoks koguti andmeid 5870 šarolee, 1509 herefordi ja 1119 simmentali tõugu pulli kohta. Hinnati lihakusklassi, rasvasushinnet, rümbamassi, võõrutamiseelse ning -järgse kasvu päritavust. Rümbaomadused on päritavad ja neid võib kasutada geneetilise väärtuse arvutamisel. Rümbaomaduste päritavuskoefitsiendid olid vahemikus 0,21–0,70. Kõrgeim päritavuskoefitsient 0,42–0,70 oli rümbamassil. Nõrk oli päritavus rasvasusel (0,23–0,45) ja lihakusel (0,21–0,39). Selle jaoks, et neid omadusi geneetiliselt parandada, on vaja kõiki neid arvestada eraldi. (Eriksson *et al.*, 2003)

Rümbaomaduste päritavust tõugude lõikes on uuritud ka Soomes. Uuringus kasutati 19 539 herefordi, 13 598 aberdiin-anguse, 6879 simmentali, 13 611 šarolee ning 15 072 limusiini tõugu lihaveise andmeid. Kõikide tõugude puhul järeldati, et üldiselt olid fenotüübist tingitult raskemad rümbad ka parema lihakushindega. Rümbamassi ja lihakushinde vaheline geneetiline korrelatsioon oli 0,37–0,53. Samas on ka fenotüübist sõltuvalt raskematel rümpadel üldiselt kõrgem rasvasushinne, mille korrelatsioon oli 0,21–0,32. Kõige rohkem suurenes rümba rasvasus rümbamassi kasvades herefordi (geneetiline korrelatsioon 0,28) ning aberdiin-anguse (geneetiline korrelatsioon 0,15) tõul. Ka olid nendel üldiselt suurimad rasvasusehinded ning halvemad lihakushinded võrreldes teistega. Herefordi, aberdiin-anguse ja simmentali tõu paremini arenenud lihastega rümbad olid üldiselt rasvasemad, aga see seos ei olnud pärilik. Uuringu lõpptulemusena tuuakse välja, et tänu rümbaomaduste

pärilikkusele saab aretusega soodustada kiiret kasvu ja paremat lihakust korraga. Sealjuures aga aberdiin-anguse ja herefordi tõul tõuseb ka rümba rasvasus. (Kause *et al.*, 2015)

Lihaomaduste päritavust kirjeldavatest artiklitest tehti ülevaade Nebraska Ülikoolis teadlaste poolt. Selles koguti andmed seitsmekümne kahest artiklist, mis avaldati aastatel 1962–2004. Enim oli vaadeldud rümbamassi, seljarasva paksust, pikima seljalihase suurust ning marmorsust. Artikliteüleselt leiti nende tunnuste keskmiseks päritavuseks vastavalt 0,4, 0,36, 0,40 ning 0,37 ehk tegemist on üsnagi märkimisväärselt päritavate tunnustega. (Rios Utrera & van Vleck, 2004)

1.5.2 Lihajõudlusnäitajaid mõjutavad tegurid

Lihajõudlusnäitajate sõltuvust teiste teguritega on uuritud Leedus. Tulemusena toodi välja, et kõrgemaid lihakushindeid said lihaveise tõud ning nende ristandid ja madalamaid lihakushindeid said piimaveisetõud ning nende ristandid. Samuti leiti, et lihakushinne SEUROP-süsteemis oli seotud rümbamassiga. Lihakushinde paranedes (P-st kuni E-ni) tõusis ka rümbamass (250,7 kg-st kuni 399,1 kg-ni) ning rümbasaagis (keskmiselt 3% klassi kohta). (Stimbirys *et al.*, 2016)

Hispaanias vaadeldi korrelatsioone veise rümbaomaduste vahel. Statistiliselt olulised korrelatsioonid olid rümbamassi ja lihakushinde vahel ($r = 0,73$), rümbamassi ja rasvasushinde vahel ($r = -0,28$) ning lihakushinde ja rasvasushinde vahel ($r = -0,47$). (Albertí *et al.*, 2005)

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Andmete iseloomustus

2.1.1 Üldine kirjeldus

Eestis kasvatatavate lihaveisetõugude lihajõudlusnäitajad on üldiselt lihakuse hinne SEUROP-süsteemis, rasvasusehinne ning rümbamass kilogrammides. Lihaveiste andmeid koguvad Eestis PRIA, EPJ ning ETKÜ. Kõige täielikum info selle magistritöö jaoks saadi ETKÜ-lt, kus aastate jooksul oli kogutud ja kogutakse veiste jõudlusandmeid nagu rümbamass, lihakus- ja rasvasushinne. Andmeid kasutati perioodist 01.01.2015 kuni 31.03.2021. Magistritöö jaoks uuriti ainult Eestis enim kasvatatud lihaveisetõuge, kelleks olid limusiini (Li), aberdiin-anguse (Ab), herefordi (Hf), simmentali (Si), šarolee (Ch), akviteeni hele (Ba) ja šoti mägiveise (Hc) tõud. Need tõud sai omakorda jagada päritolu järgi kontinentaaltõugudeks (limusiinid, simmentolid, šaroleed ning akviteeni heledad) ja Briti tõugudeks (herefordid, aberdiin-angused ning šoti mägiveised). Selle uurimuse jaoks vaadeldi veiseid vanuses kuus kuud kuni 120 kuud. Rümbamassi piirid olid 110 kuni 500 kg, mis jäävad aritmeetilisest keskmisest vähem kui kolme standardhälbe kaugusele. Andmestikust eemaldati andmed, millel olid puudulikult märgitud tõu veresus, rümbamass, vanus või rasvasushinne. Uurimuse nõutele vastasid 13 958 veise andmed, kellest 11 976 veist olid jõudluskontrollis ning 1981 ei olnud.

Tabel 1. Lihaveise andmestiku statistilised näitajad

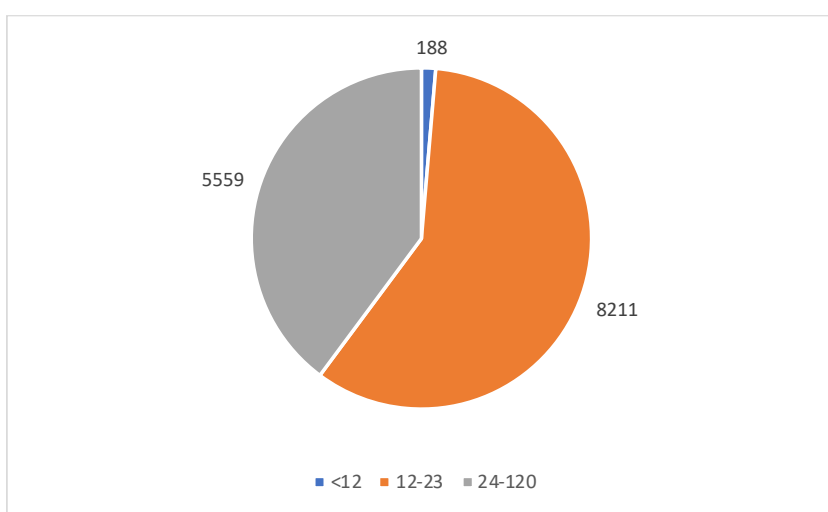
Statistiline näitaja	Vanus, kuud	Mass, kg	Lihakus [#]	Rasvasus
Aritmeetiline keskmine	32,83	299,3	2,41	2,18
Mediaan	22,00	295,0	2,00	2,00
Standardhälve	25,60	68,4	0,78	0,91
Miinumum	6,00	110,6	1,00	1,00
Maksimum	120,00	500,0	6,00	5,00

Märkus. [#]Lihakusehinne on teisendatud S = 6, E = 5, U = 4, R = 3, O = 2 ning P = 1.

2.1.2 Vanuseline jaotus

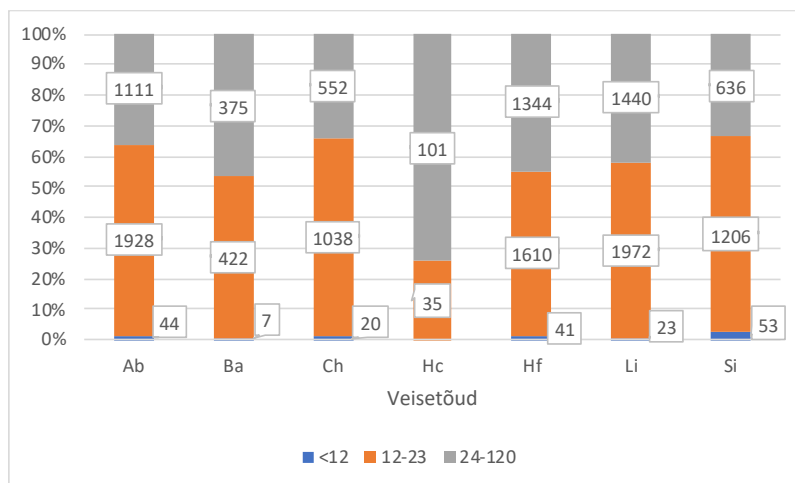
Veised jaotati kolme vanusegruppi kehtiva Euroopa Liidu seadusandlust järgides. Grupp A on noored pullid vanuses alates 12 kuud ja vähem kui 24 kuud. Grupp B koosneb pullidest, kes olid vähemalt kaheaastased. Vastavalt nendele jaotistele grupeeriti kõik veised. (European Parliament and Council, 2013)

Vasikate gruppi (nooremad kui 12 kuud) jäi 188 veist, 12 kuni 23 kuud gruppi jäi 8211 veist ning vanemaid kui kaheaastaseid veiseid oli 5559 (joonis 8).



Joonis 8. Veiste arv eri vanusegruppides

Tõuti erines vanusegruppi kuulumine kõige rohkem šoti mägiveisel, kus puudusid alla aastaste veiste andmed täielikult ning üle 70% veistest olid vanusegrupis 24–120 kuud. Ülejäänud tõugudel oli alla aastaseid veiseid väga vähe, enamus veistest kuulus 12–23 kuu vanuste gruppi ning umbes 40% oli 24–120 kuuselt realiseeritud veised (joonis 9).

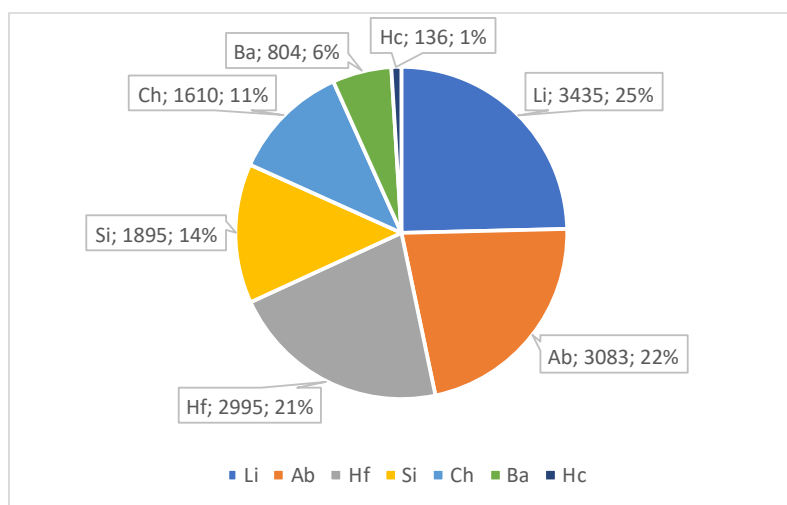


Joonis 9. Vanusegruppide jaotus tõuti, y-telg näitab jaotust protsentuaalselt ning tulpadel on välja toodud veiste arvud vanusegrupis

Märkus. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägiveise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

2.1.3 Tõugude esindatus

Andmestikku jäeti järgmised tõud: limusiin, aberdiin-angus, hereford, simmental, šarolee, akviteeni hele ja šoti mägiveis. Kõige arvukamalt oli esindatud limusiini tõug, mille puhul olid olemas 3435 veise andmed. Kõige väiksearvulisemalt oli šoti mägiveis, keda oli 136 (joonis 3).

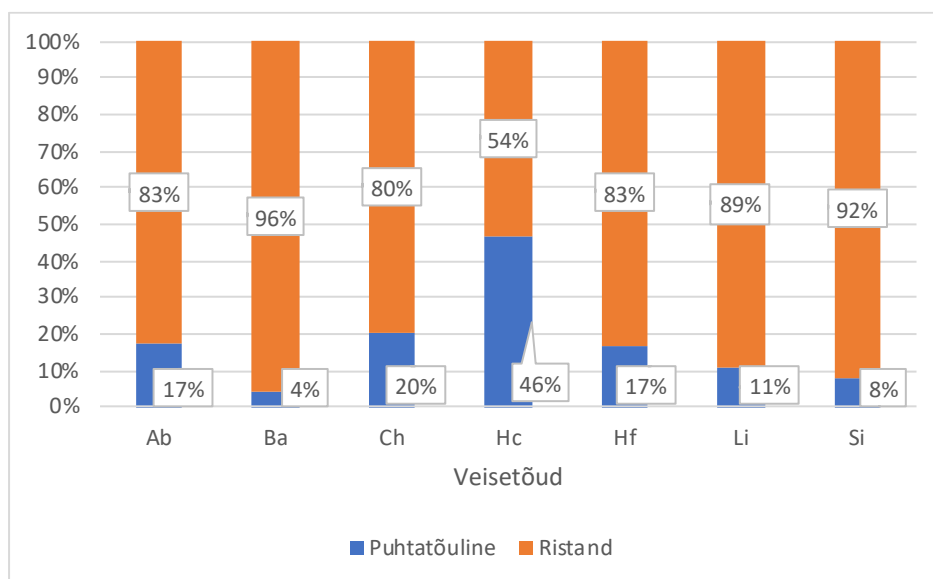


Joonis 10. Andmetes kasutatavate tõugude arvukus ja osakaal

Märkus. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägiveise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

2.1.4 Veresus

Puhtatõuliseks loeti veised, kelle ühe tõu veresus oli enam kui 93,8%. Selle kriteeriumi alusel oli puhtatõulisi 14% ja ristandeid 86%. Protsentuaalselt oli enim puhtatõulisi šoti mägiveiste hulgas (46,32%) ning kõige vähem puhtatõulisi akviteeni heleda hulgas (4,1%) (joonis 11).

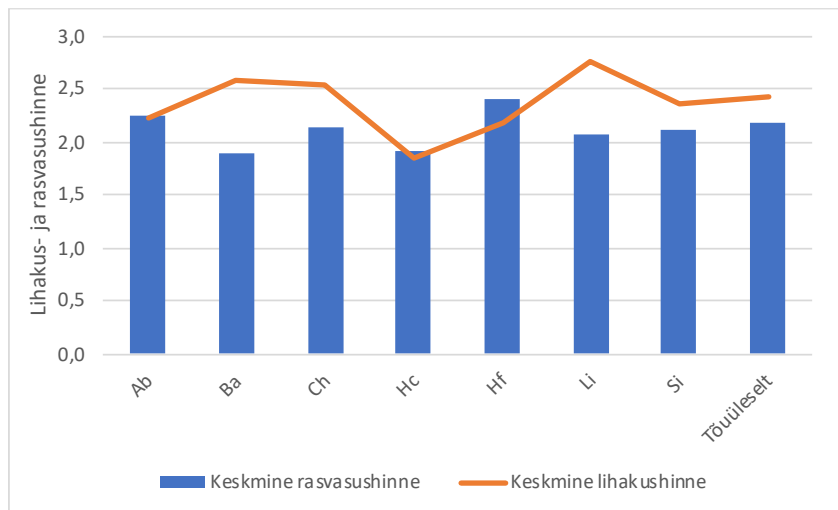


Joonis 11. Andmestikus olevate veiste ristandite ja puhtatõuliste osakaal tõugude lõikes

Märkus. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägiveise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

2.1.5 Rümpade lihakus- ja rasvasushinded

Keskmine lihakushinne tõugudeüleselt oli 2,4 ehk O ning rasvasushinne 2,2. Kõige parema lihakushindega olid limusiini tõu veiste rümbad hindegaga 2,7 ehk R ning halvimala šoti mägiveise tõu rümbad hindegaga 1,9 ehk O. Parimad keskmised rasvasushinded olid akviteeni heleda ja šoti mägiveise tõugudel, mõlemal 1,9. Kõrgeim keskmine rasvasushinne 2,4 oli herefordi tõul (joonis 12).



Joonis 12. Keskmised lihakus- ning rasvasushinded

Märkused:

- 1) Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägiveise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.
- 2) Lihakusehinne on teisendatud $S = 6$, $E = 5$, $U = 4$, $R = 3$, $O = 2$ ning $P = 1$.

2.2 Metoodika üldiseloostus

2.2.1 Korrelatsioonide leidmise ja kontrollimise metoodika

Rümbamassi, rasvasus- ja lihakushinde ning vanuse vaheliste seoste leidmiseks kasutati uurimuses Pearsoni lineaarset korrelatsioonikordajat. See iseloomustab lineaarse seose tugevust. Kui $r > 0$, siis tunnuse suurenedes keskmiselt kasvab ka seotud tunnus, kui $r < 0$, siis tunnuse väärtnuse suurenedes seotud tunnus väheneb. Kui tunnuste vahel on lineaarne funktsionaalne seos, siis $r = 1$, ja kui lineaarset funktsionaalset seost ei ole, siis $r = 0$. (Möls, 2015)

Kokkuleppelised piirid seose tugevuse iseloomustamiseks on järgmised: $|r| \leq 0,3$ on nõrk seos, $0,3 < |r| < 0,7$ on keskmine seos ja $|r| \geq 0,7$ on tugev seos. (Kaart, 2013b)

Korrelatsioone vaadeldi järgnevate arvtunnuste vahel:

- 1) vanus kuudes,
- 2) rümbamass kg,
- 3) rasvasushinne skaalal 1–5,

- 4) lihakus, mille SEUROP hinne on teisendatud järgnevalt: $S = 6$, $E = 5$, $U = 4$,
 $R = 3$, $O = 2$ ning $P = 1$.

2.2.2 Regressioonanalüüs

Regressioonanalüüs võimaldab tunnustevahelisi seoseid kirjeldada matemaatilise mudeli abil. Analüüsi eesmärk on tuletada valem, mis seostab omavahel sõltuva muutuja ja ühe või mitu sõltumatut muutujat. Seda võib hiljem kasutada sõltuva muutuja väärtuste ennustamiseks sõltumatute muutujate väärtuste põhjal. Selles töös kasutati regressioonanalüüside jaoks R-i funktsiooni `lm`. Mudelite statistilise olulisuse hindamiseks vaadeldi mudeli t-väärtust, mis on regressioonikordaja ja standardvea suhe, p-väärtust ja vaadeldi regressioonanalüüsi jääkide vastavust normaaljaotusele. Olulist seost omavate muutujate puhul peaks regressioonikordaja olema standardveaga võrreldes võimalikult suur, vähemalt üle kahe. (Kolnes, 2018) P-väärtus kontrollib hüpoteesi tõenäosust, et t-väärtus pole nullist erinev. Statistiliselt oluliseks loeti võrrandeid, mille p-väärtus on alla 0,05. Regressioonanalüüsi mudeli jääke kontrolliti R programmis Shapiro-Wilkinsoni testiga, mis kontrollib hüpoteesi, et kas need väärtused on normaaljaotusega. Kui selle testi p-väärtus on alla 0,05, siis jäägid ei jaotu vastavalt normaaljaotusele. Mudeli täpsuse ja statistilise olulisuse hindamiseks peavad prognoosi jäägid jaotuma ligikaudu normaaljaotusega ning olema ühtlase varieeruvusega. (Kaart, 2013b)

2.2.3 Lineaarne segamudel

Tõugude keskmise rümbamassi hindamiseks kasutati Lairdi ja Ware'i aastal 1982 avaldatud üldist lineaarset segamudelit (Laird & Ware, 1982) statistikaprogrammi R abil. R-i versioon oli 4.0.5 (31.03.2021) "*Shake and Throw*" (R Core Team, 2021). Üldise lineaarse mudeli rakendamiseks jagatakse tunnused kahte ossa: uuritavateks tunnusteks ja argument-tunnusteks ehk faktoriteks. Selgitada soovitakse faktorite mõju uuritavatele tunnustele. Üldine lineaarne mudel on uurija eeldatav faktorite ja uuritavate tunnuste vahekorra üldskeem. Kuna faktorite mõjude lineaarne kombinatsioon vastab ligilähedaselt tegelikkusele paljudes reaalses analüüsides, on üldine lineaarne mudel tänapäeva eluteadustes enim rakendatav matemaatilise statistika meetod. (Kaart, 2012)

2.2.4 Peakomponentanalüüs

Selleks, et paremini aru saada tõu realiseerimise aja ja tõulisuse mõjudest, tehti peakomponentanalüüs. Peakomponentanalüüsi eesmärk on andmemahu vähendamine info koondamise teel ning latentsete (otseselt mittemõõdetavate) näitajate/mustrite hindamine. Eesmärk on leida algsete tunnuste lineaarkombinatsioonid, mis kirjeldavad võimalikult hästi algseisu tunnustes sisalduva info. Neid lineaarkombinatsioone nimetatakse peakomponentideks. Peakomponentanalüüs moodustab lineaarkombinatsioonid nii, et esimene peakomponent kirjeldab võimalikult suure osa kõigi algtunnuste koguvarieeruvusest, teine võimalikult suure osa alles jäänud varieeruvusest ja nii edasi. Matemaatiliselt baseerub peakomponentanalüüs uuritavate tunnuste korrelatsiooni- või kovariatsioonimaatriksi omaväärtusanalüüsil. Korrelatsioonimaatriksi omaväärtused näitavad peakomponendi kirjeldavat varieeruvust ja selle osa koguvarieeruvusest. Algsed tunnused analüüsi eel standardiseeritakse ning nende dispersioon saab võrdseks ühega. Seetõttu on üksiktunnustest suurem kirjeldusvõime vaid peakomponentidel. (Kaart, 2014) Peakomponentanalüüsiks kasutati tarkvara R ja selle funktsiooni PCA.

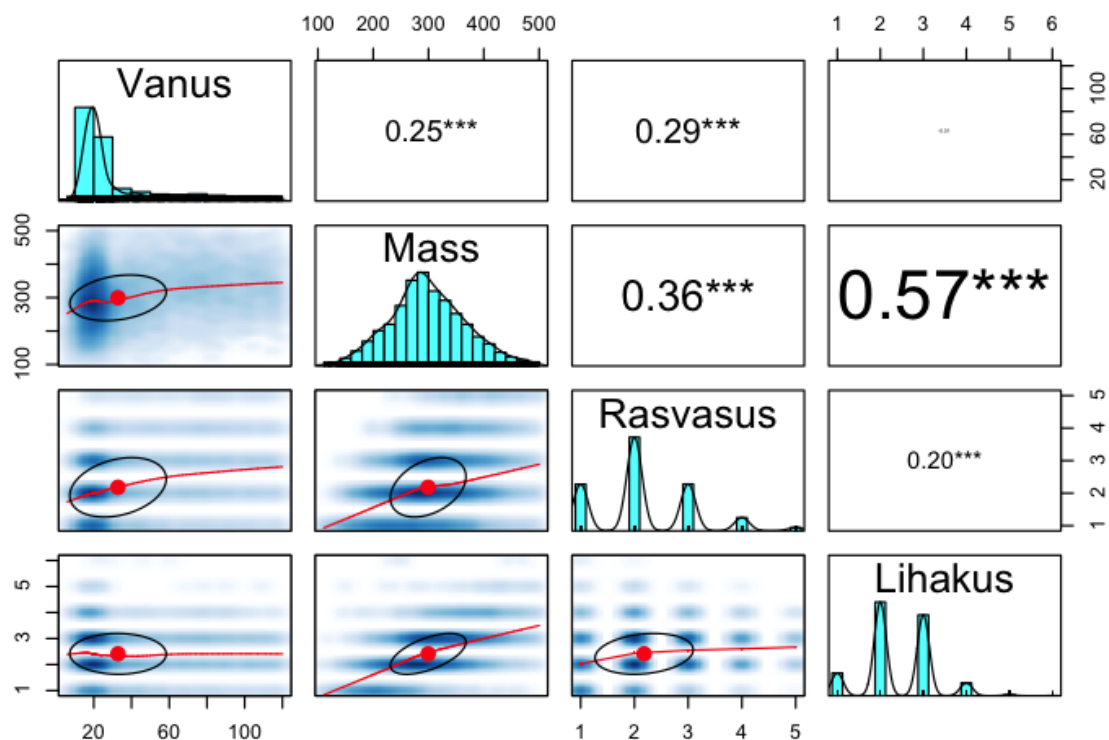
3. TULEMUSED

3.1 Korrelatsioonid

3.1.1 Tõugudeülesed korrelatsioonid

Statistiliselt olulised korrelatsioonid ($p < 0,05$) esinesid kõigi tunnuste vahel, välja arvatud lihakushinde ning vanuse vahel (joonis 13). Keskmise tugevusega statistiliselt olulised ($p < 0,001$) lineaarsed seosed olid rümbamassi ja rasvasushinde vahel ($r = 0,36$) ning rümbamassi ja lihakushinde ($r = 0,57$) vahel. Ülejäänud seosed olid nõrgad ning vanuse ning lihakushinde vahel seost ei ilmnenud ($r = 0,01$).

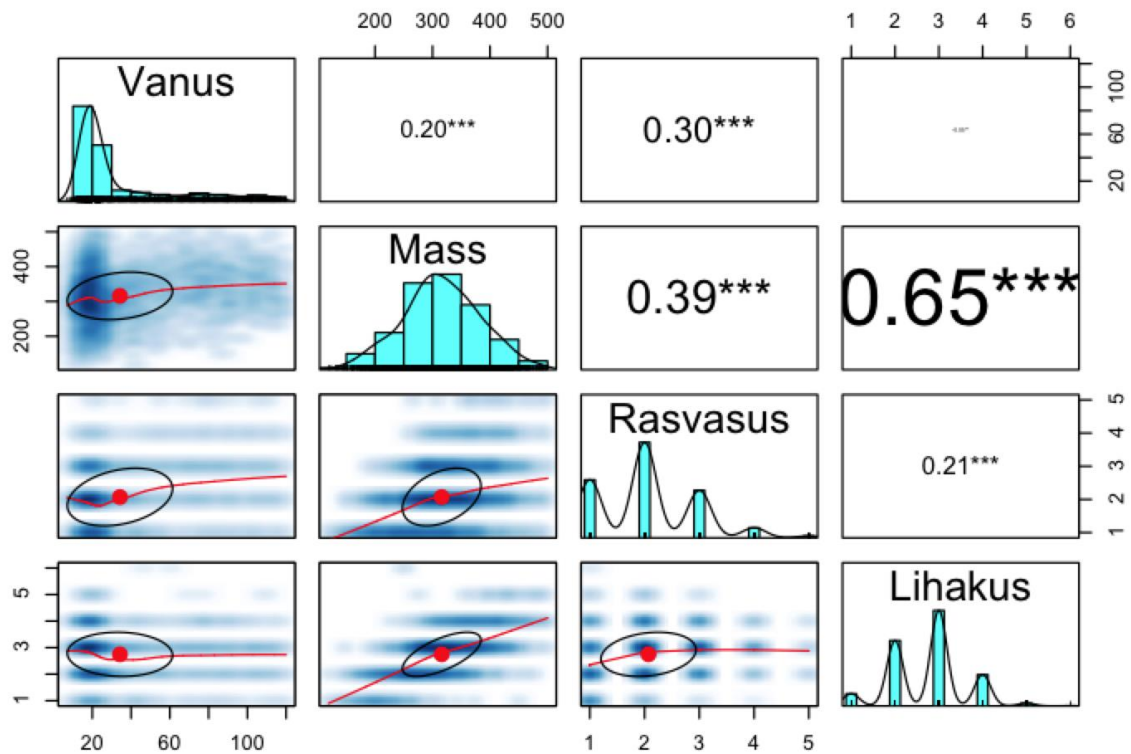
Rümbamassi kasvades suurenes rasvasus ning samal ajal paranes ka lihakushinne. Seda hüpoteesi toetas ka nõrk korrelatsioon rasvasushinde ja lihakushinde vahel ($r = 0,20$). Histogrammidest on näha, et enamus veiseid olid pigem noored ehk alla kaheaastaselt realiseeritud. Rümbamass jaotub normaaljaotuse alusel, mis on ootuspärane, kuna info korrigeerimise käigus eemaldati keskmisest enam kui kolm standardhälvet erinevad rümbamassi andmed. Rasvasushinded on jagunenud valdavalt kaheks ning lihakushinded jagunevad suures osas R-i ning O vahel.



Joonis 13. Tõugudeülesed korrelatsioonid, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid
Märkus. *** – $p < 0,001$.

3.1.2 Limusiini tõu tunnustevahelised seosed

Limusiini tõult saadud lihaveiserümpadel esines keskmine seos lihakushinde ja rümbamassi vahel ($r = 0,65$) ning rümbamassi ja rasvasushinde ($r = 0,39$) vahel. Lihakushinde ning vanuse vahel seost ei olnud ($r = 0,05$) ning ülejäänud seosed arvuliste näitajate vahel olid nõrgad. Tugevate, keskmiste ja nõrkade seoste p-väärtus oli kõigil alla 0,01 (joonis 14). Histogrammidel on näha, et võrreldes kogupopulatsiooniga oli limusiini tõul rohkem rümpasid hinnatud lihakushindega U.

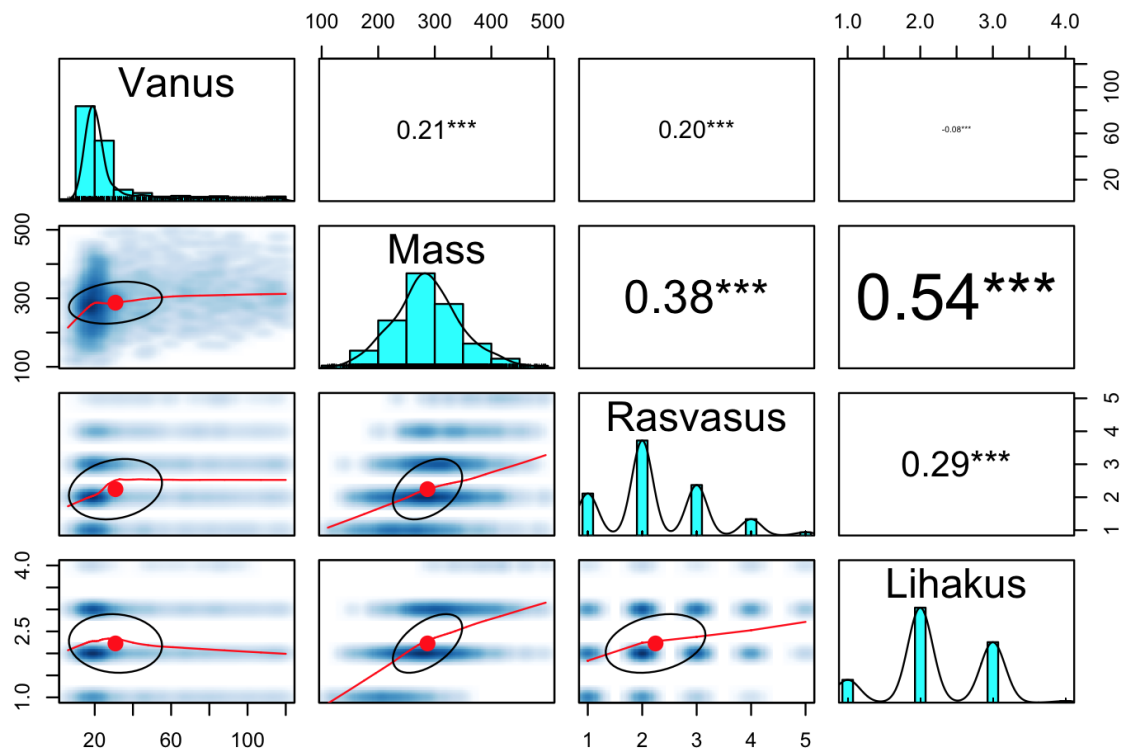


Joonis 14. Limusiini tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid

Märkus. *** – $p < 0,001$.

3.1.3 Aberdiin-anguse tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed

Aberdiin-anguse tõu vanuse, massi, rasvasus- ja lihakushinde vahel esinesid statistiliselt olulised korrelatsioonid, välja arvatud vanuse ja lihakushinde vahel, mille seos oli väga nõrk ($r = 0,08$) (joonis 15). Kõikide seoste p-väärtused olid alla 0,001. Ilmselt mõjutab seda valimi maht ja statistilise olulisuse hindamisel peaks lähtuma eelkõige seose enda tugevusest. Kõige tugevam oli seos lihakushinde ning rümbamassi vahel ($r = 0,58$), mis näitab, et suurema massiga isendid saavad paremaid lihakushindeid. Keskmise seos oli ka rümbamassi ning rasvasushinde vahel ($r = 0,38$). See tähendab, et suurema massiga isendid olid rasvasamad. Kõige enam erineb tõuülestest korrelatsioonidest rasvasuse ja lihakuse seos ($r = r_{AB} - r_{kõik tõud} = 0,09$), mis oli aberdiin-angustel suurem. See tähendab, et võrreldes teiste andmestikus esinevate tõugudega oli aberdiin-anguse tõul suurem tõenäosus kõrgema rasvasushinde korral saada ka kõrgem lihakushinne.

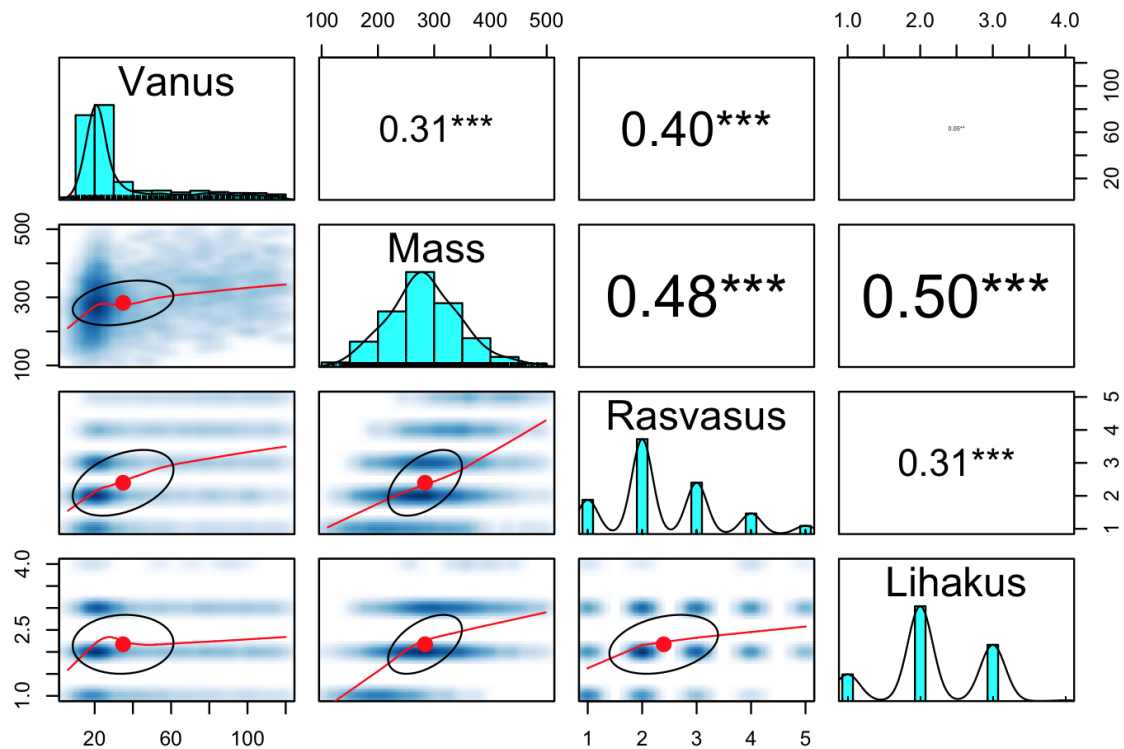


Joonis 15. Aberdiin-anguse tõu jõudlusnäitajate vahelised korrelatsioonid, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid

Märkus. *** – $p < 0,001$.

3.1.4 Herefordi andmete tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed

Võrreldes teiste tõugudega oli herefordi tõul omavahel rohkem seotud rasvasushinne nii vanusega ($r = 0,40$) kui ka rümbamassiga ($r = 0,48$) (joonis 16). Rümbamassi ja rasvasushinde vaheline positiivne korrelatsioon oli kogu andmestiku suurim ($r = 0,48$). Sarnaselt teiste tõugudega ei olnud seost vanuse ja lihakuse vahel ($r = 0,05$). Ülejäänud seosed olid statistiliselt olulised ($p < 0,001$). Hereford rasvus andmestikus esindatud tõugudest rümbamassi suurenedes kõige rohkem.

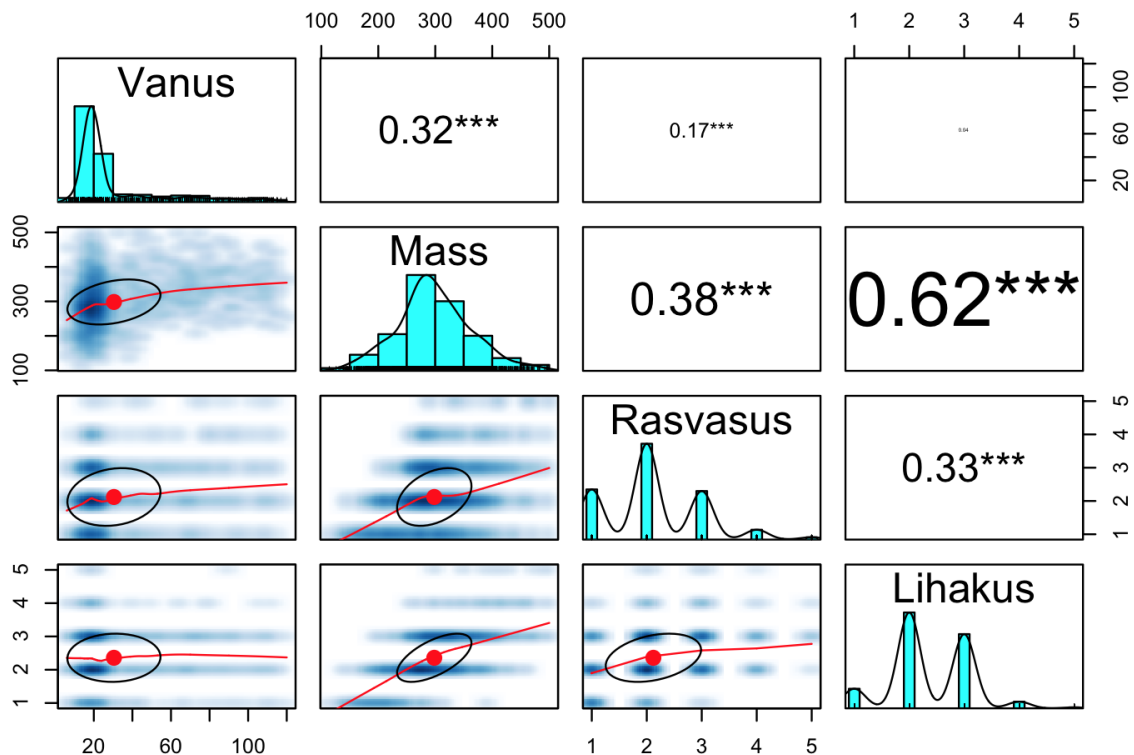


Joonis 16. Herefordi tõu jõudlusnäitajate vahelised korrelatsioonid, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid

Märkus. *** – $p < 0,001$.

3.1.5 Simmentali tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed

Simmentali tõul oli keskmine seos rümbamassi ja lihakushinde vahel ($r = 0,62$) (joonis 17). Ülejäänud seosed olid keskmise tugevusega ($r = 0,32$ – $0,38$) välja arvatud vanuse ja rasvasushinde vahel, mis oli nõrk. Kõik seosed olid statistiliselt olulised ($p < 0,001$). Võrreldes teiste tõugudega oli simmentalis kõige väiksem ja peaaegu olematu seos vanuse ning rasvasushinde vahel ($r = 0,17$). Vanuse ja lihakushinde vahel seos puudus.

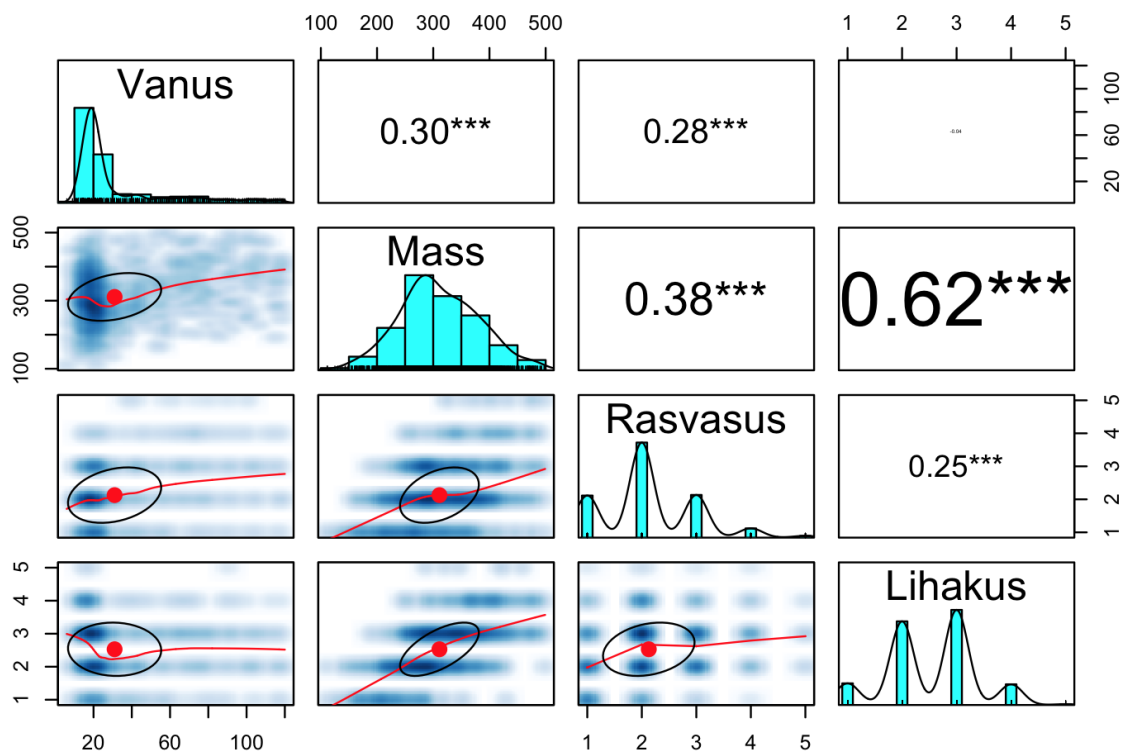


Joonis 17. Simmentali tõu jõudlusnäitajate vahelised korrelatsioonid, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid

Märkus. *** – $p < 0,001$.

3.1.6 Šarolee tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed

Rasvasushinde ja vanuse ($r = 0,28$) ning rasvasushinde ja lihakushinde ($r = 0,25$) vahel olid nõrgad seosed, ülejäänud olid keskmised korrelatsioonid ($r = 0,30–0,62$) (joonis 18). Kõige tugevam seos oli rümbamassi ning lihakushinde vahel ($r = 0,62$). Puudub korrelatsioon vanuse ning lihakuse vahel, ülejäänud andmete vahel olid statistiliselt olulised seosed ($p < 0,001$). Šarolee tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed olid väga sarnased kogu andmestiku korrelatsioonidega.

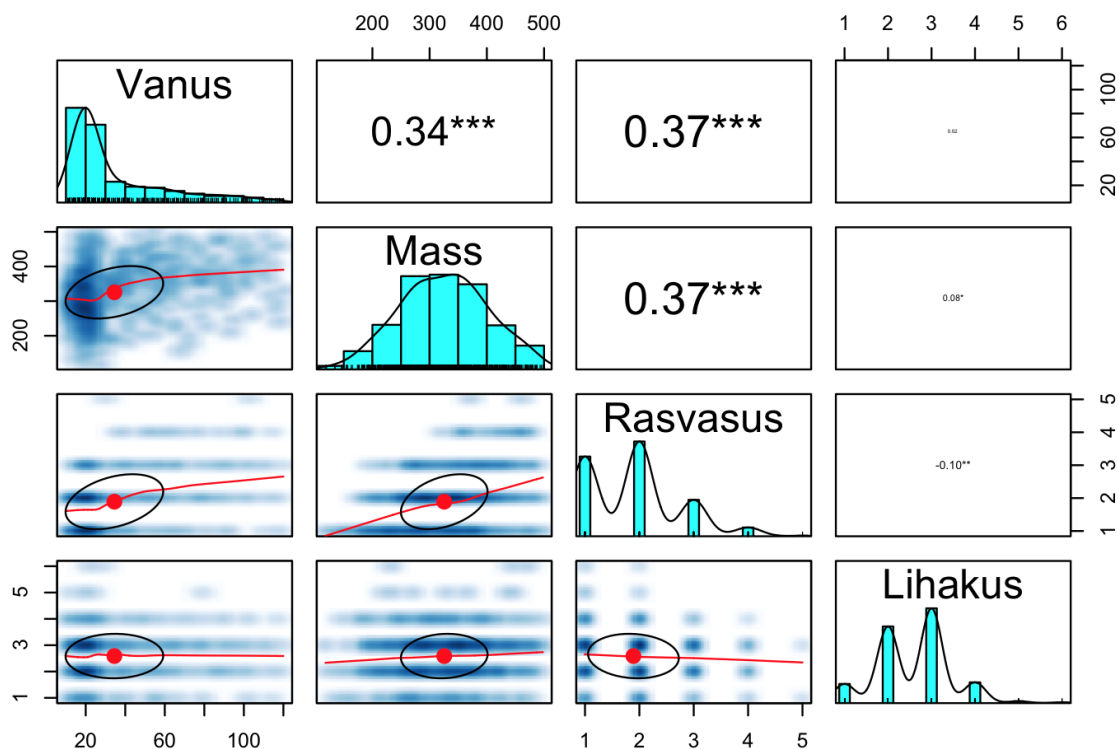


Joonis 18. Šarolee tõu jõudlusnäitajate vahelised korrelatsioonid, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid

Märkus. *** – $p < 0,001$.

3.1.7 Akviteeni heleda tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed

Akviteeni heleda andmetes olid keskmised seosed vanuse ja rümbamassi, vanuse ja rasvasushinde ning rümbamassi ja rasvasushinde vahel (vastavalt $r = 0,34$, $r = 0,37$ ja $r = 0,37$) (joonis 19). Nende korrelatsioonide p -väärtus oli alla 0,001. Võrreldes kogu andmestiku seostega oli akviteeni heleda tõu rasvasushinde ja vanuse vaheline korrelatsioon tugevam. See tähendab, et akviteeni heleda rasvasushinne suureneb vanuse kasvades suurema tõenäosusega võrreldes teiste tõugudega.

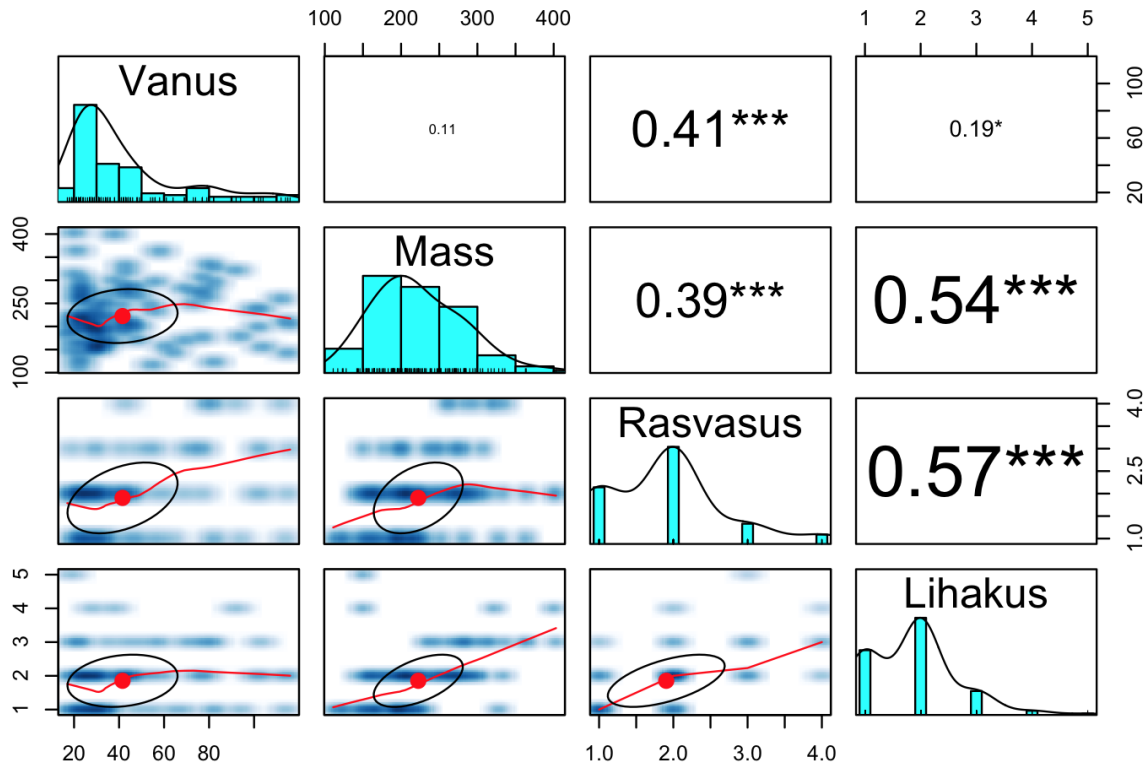


Joonis 19. Akviteeni tõu jõudlusnäitajate vahelised korrelatsioonid, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid

Märkus. *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$.

3.1.8 Šoti mägiveise tõu jõudlusnäitajate vahelised seosed

Šoti mägiveise tõugu oli esindatud andmestikus kõige vähem, 136 isendit ehk 0,97 protsenti. Keskmised korrelatsioonid olid vanuse ja rasvasushinde ($r = 0,41$), rasvasushinde ja rümbamassi ($r = 0,39$), rümbamassi ja lihakushinde ($r = 0,54$) ning rasvasushinde ja lihakushinde ($r = 0,57$) vahel (joonis 20). Šoti mägiveise tõul on tõugudeüleselt kõige tugevam korrelatsioon rasvasushinde ning lihakushinde vahel ($r = 0,57$). Mida kõrgem oli rasvasushinne, seda kõrgemas kategoorias oli lihakeha hinnatud SEUROP-süsteemis.



Joonis 20. Šoti mägiveise tõu jõudlusnäitajate vahelised korrelatsioonid, seoste histogrammid ning hajuvusdiagrammid

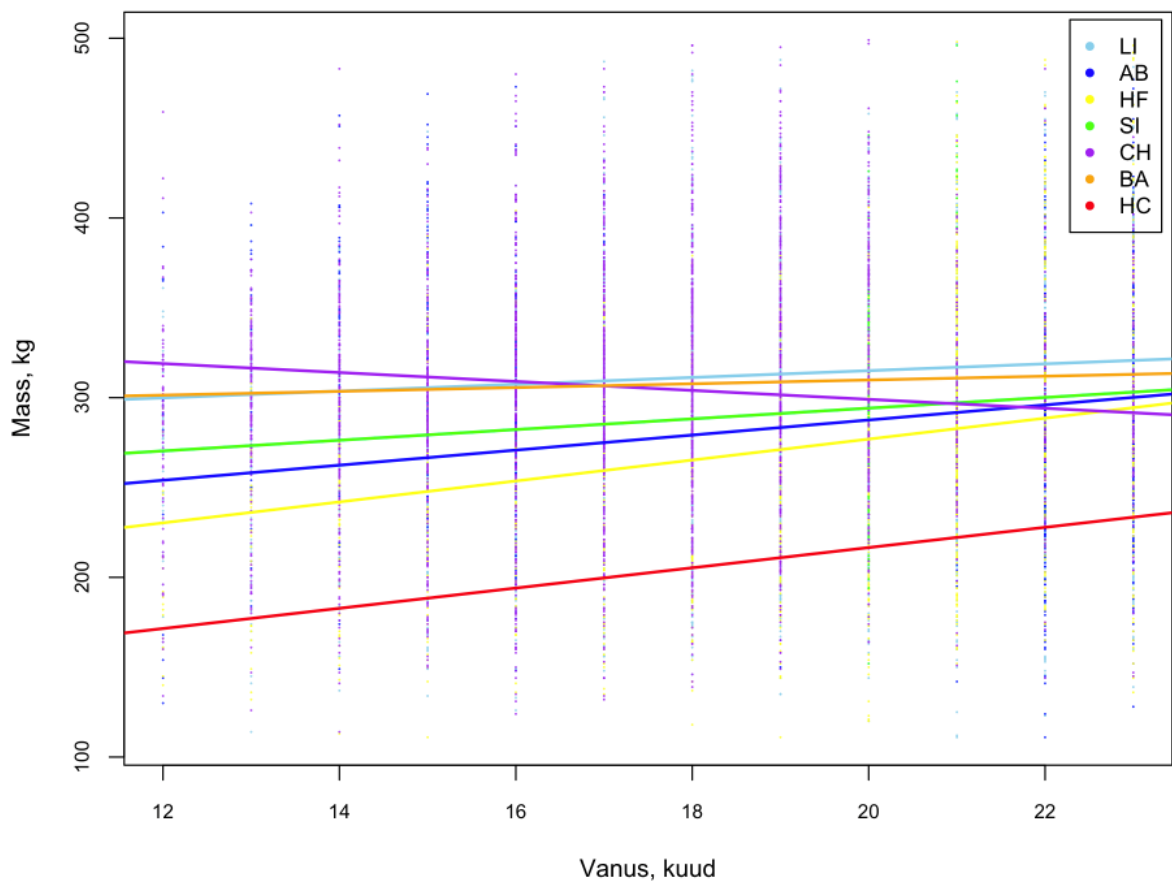
Märkus. *** – $p < 0,001$; * – $p < 0,05$.

3.2 Regressioonanalüüs

3.2.1 Vanusegrupp 12–23 kuud

Regressioonanalüüsis vaadeldi erinevate tõugude kasvukiirusi. Nuumveiste realiseerimise optimaalseks vanuseks on loetud Eestis 15 kuud (Kool, 2014). Seetõttu siin uuringus tehti regressioonanalüüs vanusegrupile 12–23 kuud. Sõltuv tunnus (y) oli rümbamass ja sõltumatu tunnus (x) vanus kuudes. Tehes logaritmilise regressioonimudeli, polünoomi-mudeli ja lineaarsetele mudelitele Akaike testi (Bertrand *et al.*, 1988), tuli välja, et kõige täpsemalt kirjeldas vanuse ja rümbamassi vahelist seost lineaarne mudel. Statistiliselt polnud täpne šoti mägiveise tõu rümbamassi prognoosimiseks leitud mudel, kuna selle t-väärtus oli alla kahe (0,906) ja p-väärtus 0,372, ning akviteeni heleda tõu mudel, kuna selle t-väärtus oli 0,993 ning p-väärtus 0,321. Lineaarsed mudelid on esitatud joonisel 14. Shapiro-Wilkinsoni testi järgi ei olnud ühegi mudeli jäägid normaaljaotusega ehk need mudelid ei

pruugi olla rakendatavad, kuna andmetele tõenäoliselt ei kehti jaotusseadused. Seda illustreeris fakt, mis ei ole reaalsusega kooskõlas, et prognoosimudelil šarolee realiseerimisevanuse kasvades rümbamass väheneb. Šarolee tõu rümbamassi prognoosimiseks leitud mudel tõenäoliselt valetab selle pärast, et üksikute 14–19 kuu vanuste seda tõugu veiste rümbamasside andmed olid ekstreemselt suured (üle 400 kg) (joonis 21).



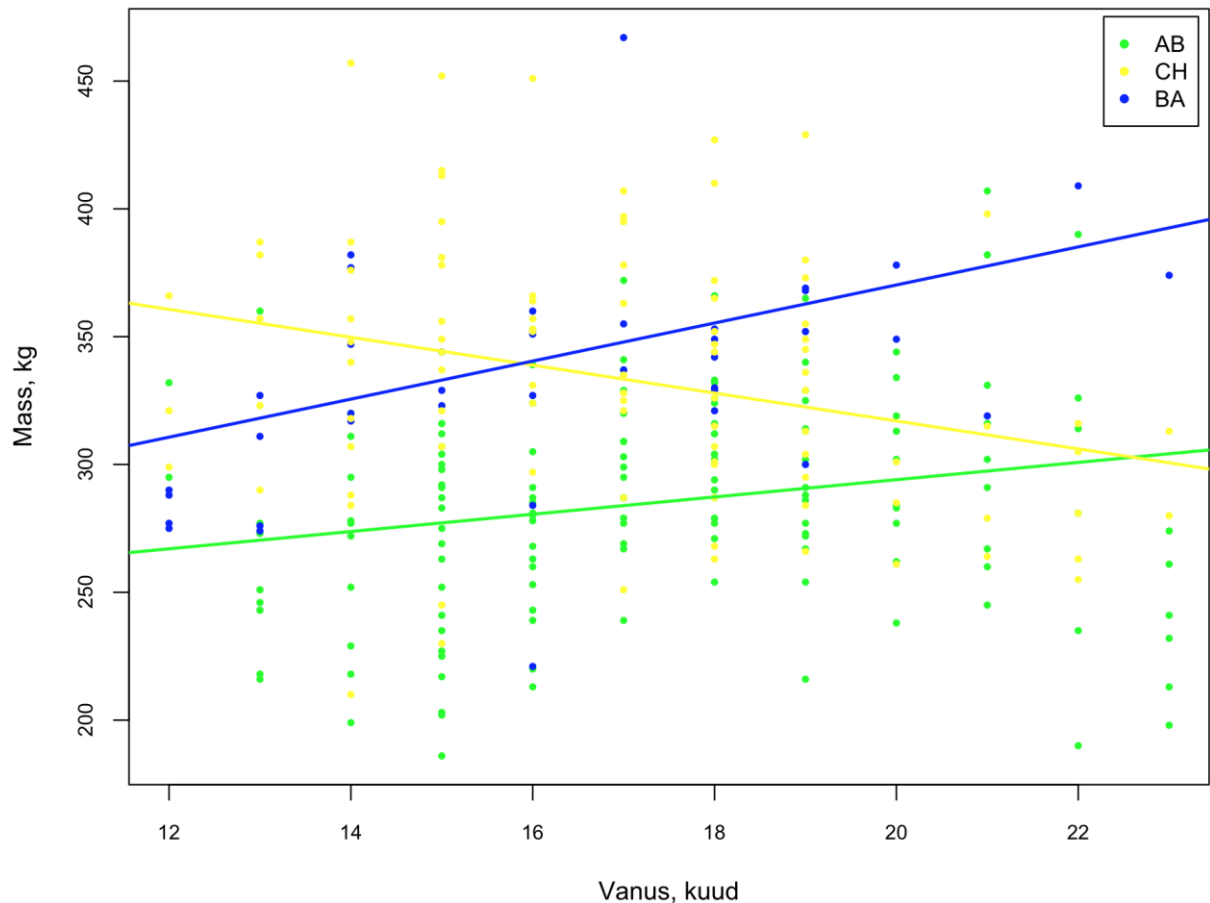
Joonis 21. Vanusegrupi 12–23 kuud lineaarsed regressioonimudelid rümbamassi prognoosimiseks vanuse järgi

Märkus. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

3.2.2 Realiseeritud pullid ja pullikud vanusegrupis 12-23 kuud

Realiseeritud pulle vanusegrupis 12–23 kuud oli 1743. Lineaarseid mudeleid, mille t-väärtus on üle kahe ja p-väärtus alla 0,001, on limusiini, aberdiin-anguse, akviteeni heleda ning šarolee tõugudel. Shapiro-Wilkinsoni testiga vastasid normaaljaotusele aberdiin-anguse,

šarolee, akviteeni heleda ja šoti mägiveise tõugude mudelite jäägid. Ehk statistiliselt aktsepteeritavad olid aberdiin-anguse, akviteeni heleda ning šarolee tõu mudelid. Šaroleede mudel ei vastanud reaalsusele, kuna näitab, et kõrgema vanusega šarolee tõu pullid on väiksema rümbamassiga. Tõenäoliselt on see mudel mõjutatud üksikutest ülikõrge rümbamassiga (14–16-kuused ja rümbamass 450 kg) noortest isenditest, mida on ka joonisel 22 näha.



Joonis 22. Aberdiin-anguse (Ab), akviteeni heleda (Ba) ning šarolee (Ch) tõugude lineaarsed mudelid pullidel ja pullikutel vanusegrupis 12–23 kuud

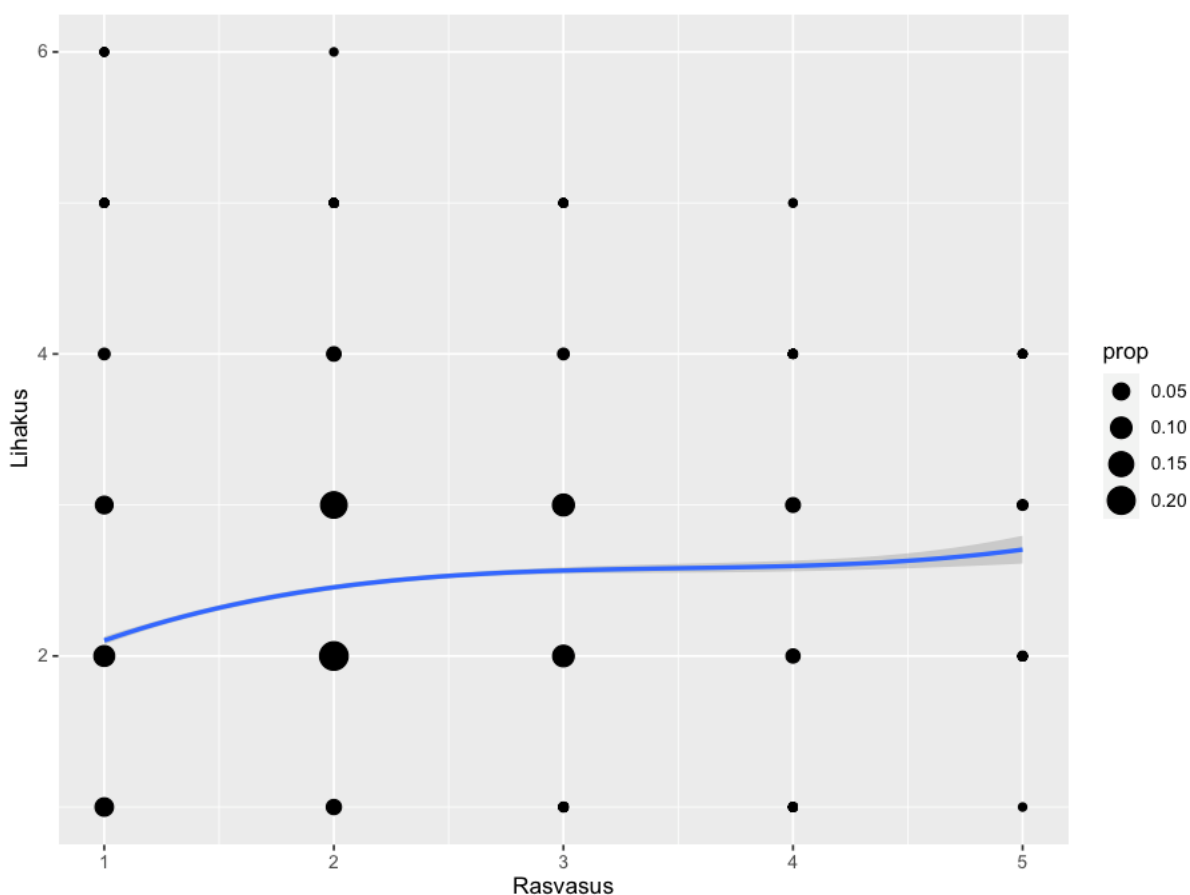
Mudelite võrrandid on tõugude pullidel järgmised:

- 1) $AB_{\text{mass}} = 226,46 + 3,38 * AB_{\text{vanus kuudes}}$;
- 2) $BA_{\text{mass}} = 221,36 + 7,44 * BA_{\text{vanus kuudes}}$;
- 3) $CH_{\text{mass}} = 426,19 - 3,38 * CH_{\text{vanus kuudes}}$.

Võrreldes aberdiin-anguse tõuga kasvab akviteeni heleda rümbamass vanusega oluliselt kiiremini.

3.2.3 Rasvasus- ja lihakushinde lineaarne regressioonimudel

Võrreldes Akaike testiga logaritmilist regressioonimudelit, polünoomimudelit ja lineaarset mudelit selgus, et rasvasus- ja lihakushinde vahelist seost kirjeldas kõige paremini polünoomiga lineaarne regressioonimudel (joonis 23). Selle mudeli t-väärtused on üle kahe ja kõik p-väärtused alla 0,001. Determinatsioonikordaja on väike ($R^2 = 0,05$). See tähendab, et prognoosmudel kirjeldab ainult 5% andmetest ehk väga vähe. Kuna programm R ei ole võimeline tegema Shapiro-Wilkinsoni testi üle 5000 väärtusega, siis regressioonimudeli jääkide hajuvuse vastavust normaaljaotusele kontrolliti Anderson-Darlingi testiga (Jäntschi & Bolboacă, 2018) ja selle analüüsiga saadi p-väärtuseks alla 0,001 ehk jääkide hajuvus ei vasta normaaljaotusele.



Joonis 23. Lihakus- ning rasvasushinnete proportsioonid ning lineaarne regressioonimudel

3.3 Tõugude võrdlemine lineaarse segamudeli abil

Kõikide tunnuste keskmiste väärtuste hindamisel võeti arvesse faktorina realiseemisvanust ning juhusliku mõjuna arvestati veise päritolu farmi. Usaldusintervall oli 95%. Gruppidevahelisi statistilise erinevuse olulisust hinnati Tukey testiga ja statistiliselt oluliseks loeti p-väärtused, mis olid alla 0,05. Statistiliselt olulise erinevusega on tõud, mis on määratud viimases veerus samasse gruppi.

3.3.1 Keskmise rümbamassi erinevused

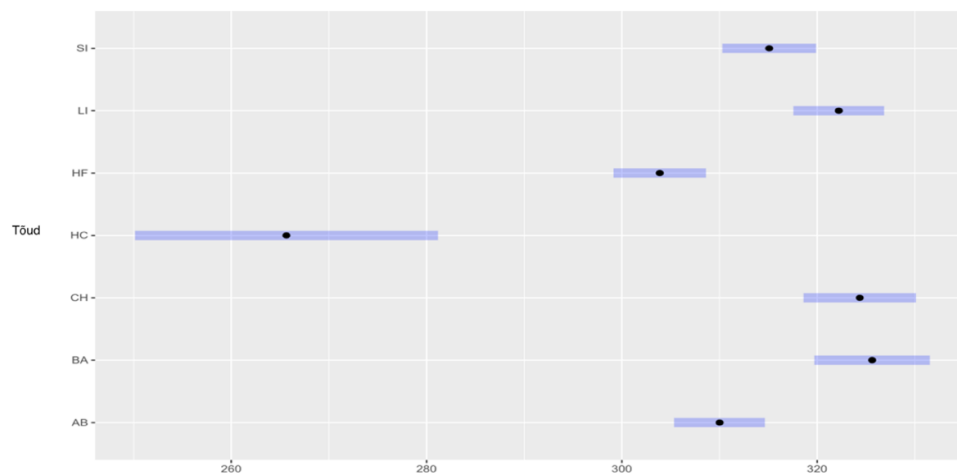
Kõrgeima keskmise rümbamassiga oli akviteeni hele (325,6 kg) ning šarolee (324,3 kg) tõug. Väga lähedane tulemus oli ka limusiini tõul, kelle keskmine rümbamass oli 322,2 kg. Kõige väiksema rümbamassiga oli šoti mägiveise tõug, mis on ootuspärane, kuna tegemist on väga ekstensiivse tõuga. Keskmise rümbamassiga oli herefordi (303,8kg), aberdiin-anguse (310,0kg) ning simmentali (315,0kg) tõud. Rümbamasside usalduspiire illustreerib joonis 24.

Tabel 2. Tõugude keskmise rümbamassid ja nende statistilised erinevused

Tõug	Keskmine rümbamass kg	Standard-hälve	Alumine 95% usalduspiir	Ülemine 95% usalduspiir	Statistiline erinevus
Ab	310,0	2,37	305,36	314,65	ab
Ba	325,6	3,01	319,71	331,54	c
Ch	324,4	2,93	318,60	330,12	c
Hc	265,7	7,91	250,13	281,16	d
Hf	303,9	2,41	299,15	308,61	a
Li	322,2	2,37	317,57	326,86	c
Si	315,1	2,44	310,29	319,88	b

Märkused:

1. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägiveise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.
2. a, b, c, d – erinevate tähtedega tähistatud vähimruutkeskmised erinevad üksteisest statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$).



Joonis 24. Erinevate tõugude (y-telg) rümbamasside (x-telg) keskmised väärtused kg punktina ning usaldusintervallid sinise joonena

Märkus. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägivaise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

3.3.2 Keskmise lihakushinde tõugudevahelised erinevused

Võrreldes aritmeetilise keskmisega olid lineaarse segamudeli saadud lihakushinded üldiselt madalamad. Erand on šoti mägivaise tõug, kelle puhul mudel tõstis keskmist hinnet 0,2 võrra. Suurimad erinevused aritmeetilise keskmisega olid akviteeni heleda ning limusiini tõugudel (mõlemal langes mudelis hinne 0,4). SEUROP-süsteemis oli kõigi tõugude keskmine lihakushinne O. Kõrgeima lihakushindega olid limusiinid ning madalaimaga herefordid.

Tabel 3. Keskmised lihakushinded lineaarses segamudelis

Tõug	Keskmine lihakushinne	Standard-viga	Alumine 95% usalduspiir	Ülemine 95% usalduspiir	Statistiline erinevus
Ab	2,1	0,0	2,0	2,1	ab
Ba	2,2	0,0	2,1	2,3	cd
Ch	2,3	0,0	2,2	2,4	c
Hc	2,1	0,1	1,8	2,3	abcd
Hf	2,0	0,0	2,0	2,1	a
Li	2,4	0,0	2,3	2,5	e
Si	2,1	0,0	2,0	2,2	bd

Märkused:

1. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägivaise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.
2. a, b, c, d – erinevate tähtedega tähistatud vähimruutkeskmised erinevad üksteisest statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$).

3.3.3 Keskmise rasvasushinde tõugudevahelised erinevused

Lineaarse segamudeli arvutatud keskmine rasvasushinne tuli võrreldes aritmeetilise keskmisega kõikidel tõugudel kõrgem. Kõige rohkem muutus šoti mägiveise tõu rasvasushinne, mis tõusis 0,3 punkti võrra. Üldiselt olid erinevused aritmeetilise keskmisega väikesed. Mudeli väärtused olid 0,1 või 0,2 punkti kõrgemad. Kõige kõrgema rasvasushindega olid aberdiin-anguse ja herefordi ning madalaimaga akviteeni heledat tõugu veised.

Tabel 4. Tõugude keskmised rasvasushinded lineaarse segamudeli abil

Tõug	Keskmine rasvasushinne	Standard-hälve	Alumine 95% usalduspiir	Ülemine 95% usalduspiir	Statistiline erinevus
Ab	2,5	0,0	2,4	2,6	ab
Ba	2,1	0,0	2,0	2,2	c
Ch	2,3	0,0	2,2	2,4	d
Hc	2,2	0,1	1,9	2,5	acd
Hf	2,5	0,0	2,5	2,6	b
Li	2,3	0,0	2,2	2,4	d
Si	2,3	0,0	2,2	2,4	d

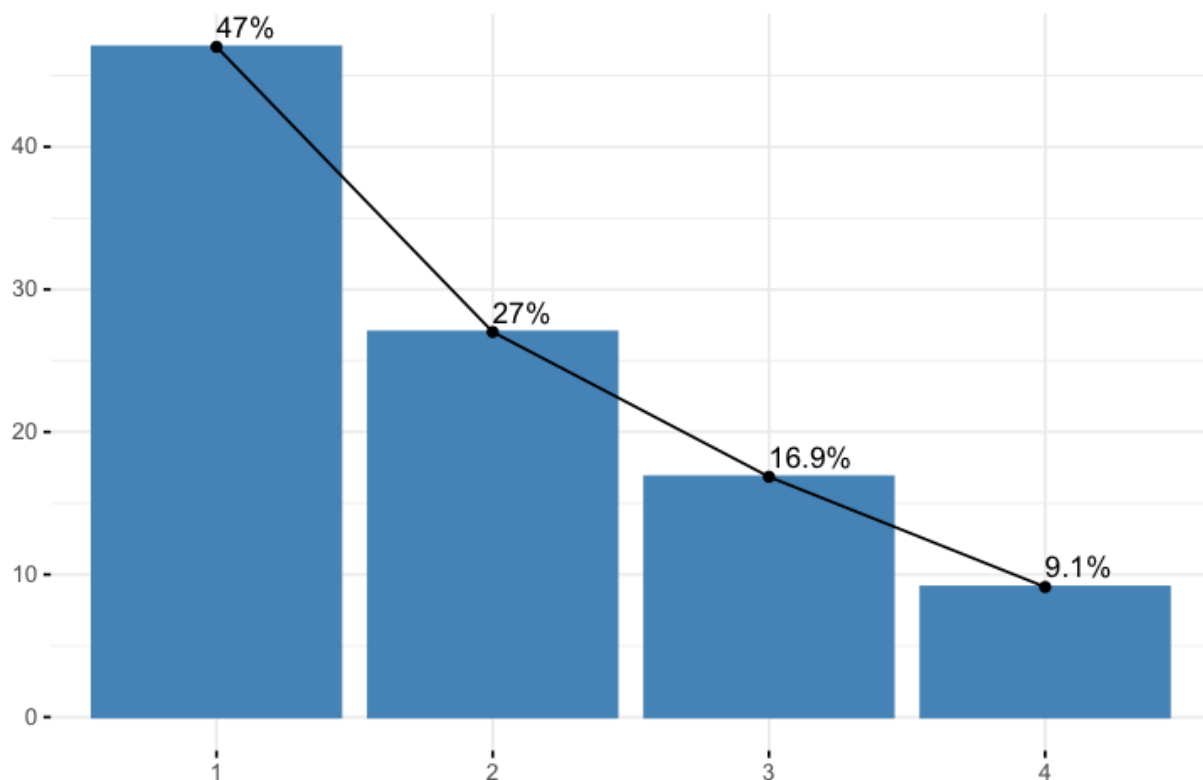
Märkused:

1. Ab –aberdiin-anguse tõug, Ba –akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägiveise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.
2. a, b, c, d – erinevate tähtedega tähistatud vähimruutkeskmised erinevad üksteisest statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$).

3.4 Peakomponentanalüüs

3.4.1 Faktorid

Peakomponendid moodustati neljast tunnusest: vanus, rümbamass, rasvasus- ja lihakusehinne, mis olid kodeeritud numbriliseks sarnaselt eelnevate mudelitega järgmiselt: S = 6, E = 5, U = 4, R = 3, O = 2 ning P = 1. Esimene peakomponent kirjeldab 47% tunnuste väärtuste koguvarieeruvusest ning teine 27% (joonis 25). Esimese kahe peakomponendi omaväärtused on vastavalt 1,88 ja 1,08, mis tähendab, et neil on üksiktunnusest suurem kirjeldamisvõime.

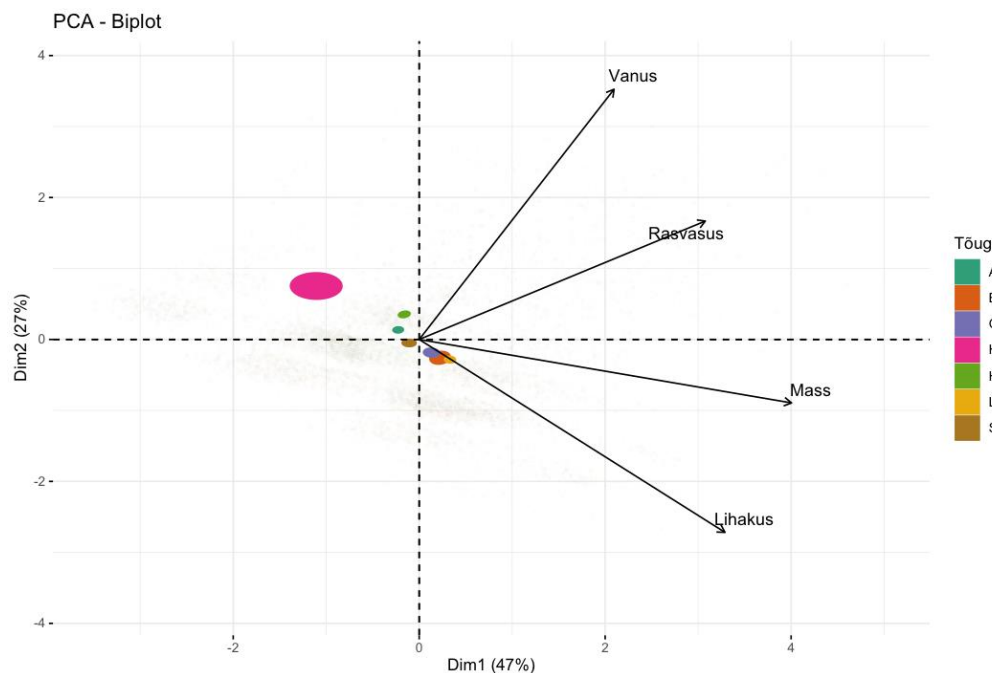


Joonis 25. Peakomponentide osakaal koguvarieeruvuse kirjeldamisel

Märkus. Horisontaalteljele on paigutatud peakomponendid ja vertikaaltelg näitab protsentuaalset osakaalu.

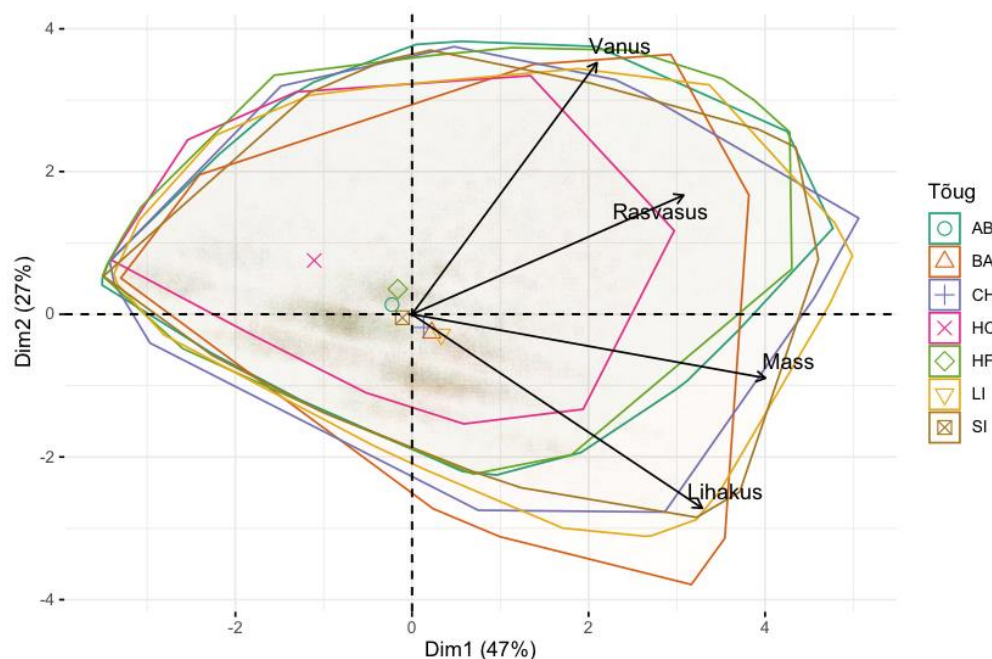
3.4.2 Tõugude erinevused peakomponentanalüüsis

Kui paigutada joonisele korrelatsioonimaatriksi omavektorid ja tõugude standardiseeritud keskmised, selgub, et tulemused olid tõugudeüleselt üsna ühtlased (joonis 26). Kõikide tõugude standardiseeritud keskmiste väärtuste usaldusellipsid olid üsna telgede keskpunkti lähedal. Silma paistab ainult šoti mägiveiste standardiseeritud keskmine väärtus, mis oli võrreldes teiste tõugudega vanem, rasvasem, väiksema massiga ning halvema lihakushindega (joonis 27). See oli tõenäoliselt seotud üsna väikese valimiga võrreldes teiste tõugudega. Usaldusellipsite üsna väike pindala näitab nende suhtelist täpsust (joonis 26).



Joonis 26. Peakomponentanalüüsi faktorite vektorid koos tõugude keskmiste väärtuste usaldusellipsitega

Märkus: Ab –aberdiin-anguse tõug, Ba –akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägivaise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

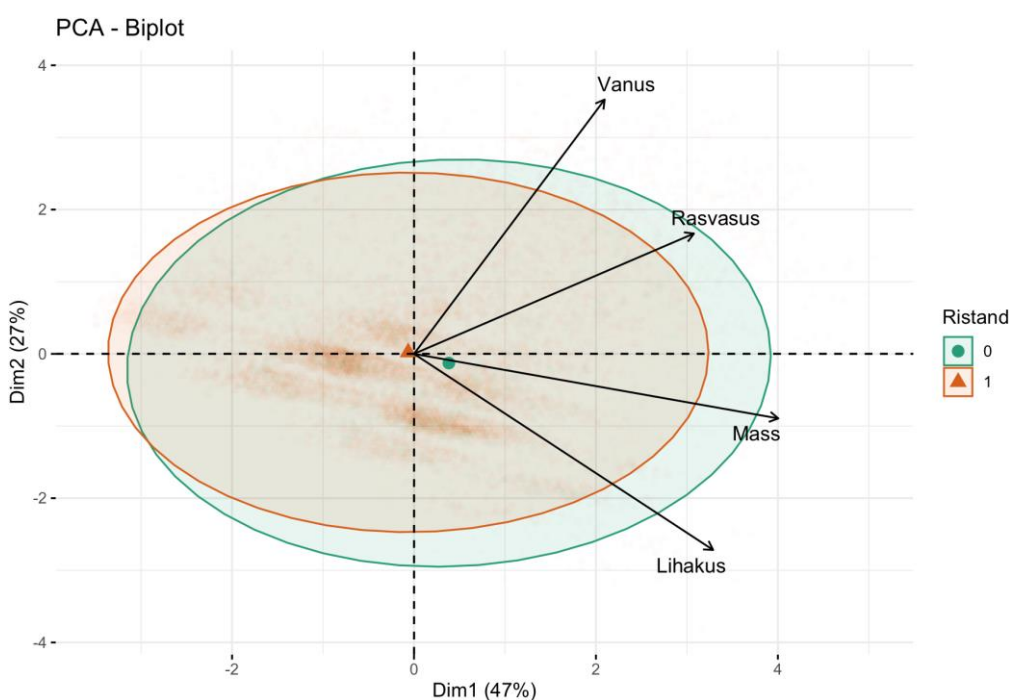


Joonis 27. Peakomponentanalüüsi faktorite vektorid koos tõugude standardiseeritud väärtuste piiridega

Märkus: Ab –aberdiin-anguse tõug, Ba –akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägivaise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

3.4.3 Puhtatõuliste ja ristandite erinevused peakomponentanalüüsis

Kui vaadeldi puhtatõuliste ja ristandite erinevust peakomponentanalüüsi abil, siis oli näha, et puhtatõuliste väärtused on ristandite omadest keskmiselt kõrgemad. See võib olla seotud sellega, et puhtatõuliste vanuse keskmine väärtus oli väiksem kui ristandite oma. Allolevale joonisele on lisaks vektoritele lisatud ellipsid, mis näitavad, kus asub 95% ristandveiste ja puhtatõuliste veiste standardiseeritud andmetest. Joonisel 28 asuv kolmnurk (1) näitab ristandveiste keskmist väärtust ning ring (0) puhtatõuliste oma. Puhtatõuliseks loeti selles töös veised, kelle ühe tõu veresus oli enam kui 93,8%.



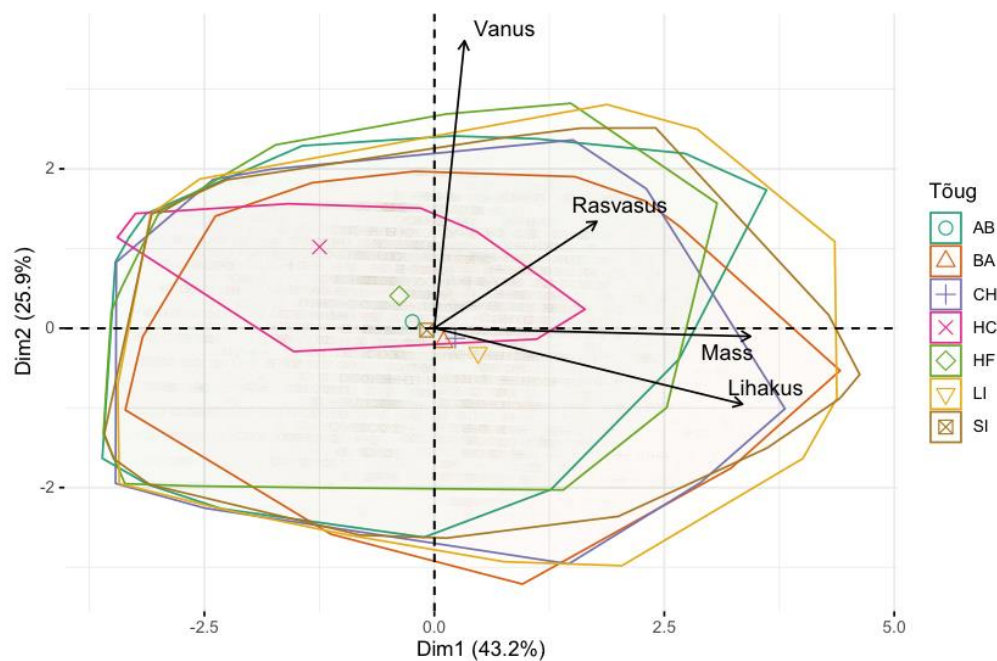
Joonis 28. Peakomponentanalüüsi vektorid koos puhtatõuliste ning ristandite 95% väärtuste ellipsiga

Märkus: 0 – puhtaõuline; 1 – ristand.

3.4.4 Tõugudevahelised erinevused vanusegrupis 12–23 kuud peakomponentanalüüsis

Kui vaadeldi eraldi analüüsis ainult vanusegruppi 12–23 kuud, kirjeldas peakomponentanalüüs kahe faktoriga 69% varieeruvusest. Esimese faktori omaväärtus oli 1,729 ning teisel faktoril 1,035.

Šoti mägiveise tõug moodustas siingi eraldi grupi, mille keskmine oli teistest kõrgema rasvasushinde, väiksema lihakushinde ning rümbamassiga. Omaette grupi moodustasid veel herefordi ja aberdiin-anguse tõugu veised, mis olid võrreldes teiste tõugudega, välja arvatud eelnev tõug, keskmiselt väiksema lihakushinde ning rümbamassiga (joonis 29). Kontinentaaltõud, nagu akviteeni hele, šarolee, limusiin ning simmental, olid oma lihakus- ning rasvasushinde poolest sarnasemad. Akviteeni hele tõug tõusis esile sellega, et oli vanuseteljel esindatud pigem noorema realiseerimisaja suunal.



Joonis 29. Tõugudevahelised erinevused vanusegrupis 12–23 kuud peakomponentanalüüsis

Märkus. Ab – aberdiin-anguse tõug, Ba – akviteeni hele tõug, Ch – šarolee tõug, Hc – šoti mägiveise tõug, Hf – herefordi tõug, Li – limusiini tõug, Si – simmentali tõug.

4. ARUTELU

4.1.1 Korrelatsioonid

Kokkuvõtvalt võib tunnustevaheliste seoste kohta selle andmestiku baasil öelda, et rümbamassi kasvades suureneb rasvasus- ning paraneb lihakushinne. See oli kõigil tõugudel samasuunaline seos. Üldiselt läks see kokku teiste samalaadsete uuringutega. Näiteks Soomes on Helsingi ülikooli uuring toonud välja sama suurusjärguga seosed, kus korrelatsioonikordaja oli eri tõugudel alates 0,37 kuni 0,53 (Kause *et al.*, 2014). Sarnane seos oli näidatud ka Tšehhis tehtud tõugudeüleses uuringus, kus rümbamassi ja rasvasushinde vaheline korrelatsioon oli 0,143 ning rümbamassi ja lihakushinde vaheline 0,316 (Veselá *et al.*, 2011).

Korrelatsioonidest tuli välja, et andmetes esindatud tõugudest on limusiinil kõige suurem tõenäosus rümbamassi paranedes saada paremat lihakushinnet. Soome samalaadses uuringus on olnud limusiinidest kõrgema massi ning lihakuse korrelatsiooniga herefordi, simmentali ja šarolee tõud (Kause *et al.*, 2014). See võib viidata, et Eesti tüüpi lihaveisekasvatusele on limusiini tõug teistest sobivam.

Aberdiin-anguse tõul oli võrreldes teiste tõugudega suurem tõenäosus kõrgema rasvasushinde korral saada ka kõrgem lihakushinne. Aberdiin-angustel ja herefordidel, kui Briti tõugude esindajatel, tulid välja kõige kõrgemad seosed rasvasushindega. Aberdiin-angustel oli korrelatsioon rasvasus- ning lihakushinde vahel suurim ning herefordidel oli korrelatsioon rasvasushinde ning rümbamassi vahel suurim. Kuna tegemist on võrreldes teiste lihaveistega pigem väiksema massiga ja pigem ekstensiivsete tõugudega (Suurmaa, 2005), siis oodatavalt on neil suurema rümbamassi puhul kõrgem rasvasushinne. Aberdiin-anguse tõugu veiste rümbamassi ja rasvasushinde vaheline seos oli võrreldav teiste tõugudega. See ei lähe kokku Soomes läbi viidud samalaadse uurimusega, kus võrreldes teiste tõugudega kasvas aberdiin-anguse rasvasushinne rümbamassi suurenedes rohkem (Pesonen & Huuskonen, 2015). Korrelatsioonianalüüsi tulemus võib viidata sellele, et aberdiin-anguse tõug on Briti tõugudest Eesti lihaveisekasvatuses ekstensiivse kasvatusmeetodi jaoks sobivaim.

4.1.2 Regressioonianalüüs

Antud andmete baasil ei õnnestunud leida statistiliselt olulist regressioonivõrrandit. Oluline erinevus tuli välja ainult aberdiin-anguse ning akviteeni heleda tõu vahel, mis näitas, et viimase rümbamass kasvab võrreldes aberdiin-angustega vanuse suurenedes kiiremini. See läheb kokku teiste uuringutega, näiteks Slovakkia populatsiooniuuringuga, kus leiti, et aberdiin-anguse tõugu veiste juurdekasv aastavanuseks saamiseni oli 873 grammi ööpäevas ning akviteeni heledate juurdekasv oli samal perioodil 1020 grammi ööpäevas (Krupa *et al.*, 2005).

4.1.3 Lineaarne segamudel

Rümbamassi, rasvasushinde ning lihakushinde võrdlemisel joonistusid välja kaks gruppi ning täiesti eraldi jäi šoti mägiveise tõug. Kõrgema rümbamassi, lihakushinde ja madalama rasvasushindega olid kontinentaaltõud nagu limusiin, akviteeni hele, šarolee, simmental ning madalama rümbamassi, lihakushinde ja kõrgema rasvasushindega Briti aberdiin-anguse ning herefordi tõud. See läheb kokku soomes tehtud uuringuga, kus grupeeriti sarnaselt Briti tõud eraldi (Pesonen & Huuskonen, 2015). Simmentali olid näitajate poolest kontinentaaltõugude ja Briti tõugude vahel, kuid päritolu järgi on ta siiski kontinentaaltõug (Suurmaa, 2005). Limusiini tõul on kõrgeim lihakushinne ning keskmine rümbamass ei erine palju suurima rümbamassiga akviteeni heleda omast. See näitab taaskord, et limusiini tõu produktiivsuse näitajad Eesti oludes on väga head.

4.1.4 Peakomponentanalüüs

Peakomponentanalüüsis eraldus teistest tõugudest šoti mägiveise populatsioon, mis näitas, et tegu on väga ekstensiivse tõuga, mille produktiivsuse näitajad on madalad. Šoti mägiveise tõugu üldiselt kirjeldatakse sellisena (Suurmaa, 2005). Sarnaselt lineaarsele mudelile on Briti tõud ja kontinentaaltõud omaette gruppides. Üldiselt grupeeritakse neid ka nii näiteks soome lihavede uurimuses (Pesonen & Huuskonen, 2015). Limusiinid olid teiste tõugudega

võrreldes pigem kõrgema rümbamassi ja lihakushindega ning väiksema tapavanuse ja rasvasushindega. See toetab teistes analüüsides saadud järeldusi, et limusiinid on valitud tõugudest nende andmete põhjal kõige paremate tootlikkusnäitajatega tõug Eestis.

Kui vaadeldi puhtatõuliste ja ristandite erinevust peakomponentanalüüsi abil, siis oli näha, et puhtatõuliste väärtused on ristandite omadest keskmiselt kõrgemad. See võib olla seotud sellega, et puhtatõuliste vanuse keskmine väärtus oli väiksem kui ristandite oma.

4.1.5 Järeldused

Antud töö tulemused viitavad sellele, et kontinentaaltõud saavutavad Eesti tingimustes paremaid tulemusi, kui Briti tõug. Tõu valikul tuleks siiski arvestada ka rohumade tüübi ja kasvatusmeetodiga (Suurmaa, 2005). Parimaid tulemusi selles töös said limusiini tõugu veised.

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärk oli võrrelda Eestis enamkasvatatavate lihaveisetõugude tootlikkuse näitajaid ja neid analüüsida, et selgitada välja Eesti tingimustes parimaid tulemusi andev tõug. Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgnevad uurimisülesanded: selgitada välja, kas lihaveisetõugu realiseerimise tulemused SEUROP-süsteemis on oluliselt erinevad ning võrrelda ja hinnata tõugude lihajõudlusandmeid. Realiseerimistulemuste võrdlemiseks leiti ning vaadeldi lihajõudlusandmete vahelisi seoseid, tehti kasvukiiruste võrdlemiseks regressioonianalüüs, võrreldi lihajõudlusandmeid nii lineaarse segamudeli kui ka peakomponentanalüüsi abil. Kasutatud andmete baasil ei õnnestunud teha kõigile tõugudele statistiliselt olulist kasvukiirust prognoosivat regressioonianalüüsil põhinevat mudelit.

Statistiliselt oluliselt erinevad olid aberdiin-anguse ja herefordi tõugu veiste kõigi lihajõudlusnäitajate vähimruutkeskmised ($p < 0,05$). Aberdiin-anguse ning simmentali tõu puhul esines olulisi erinevusi keskmise rümbamassi ning lihakushinde vähimruutkeskmise vahel. Rümbamassi vähimruutkeskmiste vahelised olulised erinevused olid ka akviteeni heleda, šarolee ning limusiini tõuti. Šoti mägiveised ei olnud rümbamassi vähimruutkeskmise poolest statistiliselt oluliselt teistest veistetõugudest erinev. Vastavalt tabelitele 3–5 on näha, et eri tõugu veiste realiseerimise tulemuste vähimruutkeskmised erinevad teineteisest ning paljude vahel olid ka statistiliselt olulised erinevused. Joonisel 5 on näha, et ka eri tõugude lihakus- ning rasvasushinnete aritmeetilised keskmised erinevad teineteisest. Kokkuvõtteks võib öelda, et tõuti esinesid lihajõudlusandmetes erinevused.

Tõugudeülesest keskmise tugevusega statistiliselt olulised ($p < 0,001$) lineaarsed seosed olid rümbamassi ja rasvasushinde vahel ($r = 0,36$) ning rümbamassi ja lihakushinde ($r = 0,57$) vahel. Ülejäänud seosed olid nõrgad ning vanuse ning lihakushinde vahel seost ei ilmnenu ($r = 0,01$). Rümbamassi kasvades suurenes rasvasus ning samal ajal paranes ka lihakushinne. Seda hüpoteesi toetas ka nõrk korrelatsioon rasvasushinde ja lihakushinde vahel ($r = 0,20$).

Limusiini tõult saadud lihaveiserümpadel esines keskmine seos lihakushinde ja rümbamassi vahel ($r = 0,65$) ning rümbamassi ja rasvasushinde ($r = 0,39$) vahel. Limusiini tõu rümbamassi vähimruutkeskmise oli 322,2 kg, lihakushinde vähimruutkeskmise 2,4 ehk O ning rasvasushinde vähimruutkeskmise 2,3.

Aberdiin-anguse tõugu veistel oli seos lihakushinde ning rümbamassi vahel ($r = 0,58$), mis näitab, et suurema massiga isendid saavad paremaid lihakushindeid. Keskmine seos oli ka rümbamassi ning rasvasushinde vahel ($r = 0,38$). Aberdiin-anguse tõu rümbamassi vähimruutkeskmise oli 310,0 kg, lihakushinde vähimruutkeskmise 2,1 ehk O ning rasvasushinde vähimruutkeskmise 2,5.

Võrreldes teiste tõugudega oli herefordi tõul omavahel rohkem seotud rasvasushinne nii vanusega ($r = 0,40$) kui ka rümbamassiga ($r = 0,48$). Herefordidel oli rümbamassi ja rasvasushinde vaheline positiivne korrelatsioon kogu andmestiku suurim ($r = 0,48$). Herefordi tõu rümbamassi vähimruutkeskmise oli 303,9 kg, lihakushinde vähimruutkeskmise 2,0 ehk O ning rasvasushinde vähimruutkeskmise 2,5.

Simmentali tõul oli keskmine seos rümbamassi ja lihakushinde vahel ($r = 0,62$). Ülejäänud lihajõudluse vahelised seosed olid keskmise tugevusega ($r = 0,32-0,38$) välja arvatud vanuse ja rasvasushinde vahel, mis oli nõrk. Simmentali tõu rümbamassi vähimruutkeskmise oli 315,1 kg, lihakushinde vähimruutkeskmise 2,4 ehk O ning rasvasushinde vähimruutkeskmise 2,3.

Šarolee tõul oli kõige tugevam seos rümbamassi ning lihakushinde vahel ($r = 0,62$). Rasvasushinde ja vanuse ($r = 0,28$) ning rasvasushinde ja lihakushinde ($r = 0,25$) vahel olid nõrgad seosed, ülejäänud lihajõudluse seosed olid keskmised ($r = 0,30-0,62$). Šarolee tõu rümbamassi vähimruutkeskmise oli 324,4 kg, lihakushinde vähimruutkeskmise 2,3 ehk O ning rasvasushinde vähimruutkeskmise 2,3.

Akviteeni heleda tõu andmetes olid keskmised seosed vanuse ja rümbamassi, vanuse ja rasvasushinde ning rümbamassi ning rasvasushinde vahel (vastavalt $r = 0,34$, $r = 0,37$ ja $r = 0,37$). Akviteeni heleda tõu rümbamassi vähimruutkeskmise oli 325,6 kg, lihakushinde vähimruutkeskmise 2,2 ehk O ning rasvasushinde vähimruutkeskmise 2,1.

Šoti mägiveistel olid keskmised korrelatsioonid vanuse ja rasvasushinde ($r = 0,41$), rasvasushinde ja rümbamassi ($r = 0,39$), rümbamassi ja lihakushinde ($r = 0,54$) ning rasvasushinde ja lihakushinde ($r = 0,57$) vahel. Šoti mägiveise tõu rümbamassi vähimruutkeskmise oli 265,7 kg, lihakushinde vähimruutkeskmise 2,1 ehk O ning rasvasushinde vähimruutkeskmise 2,2.

Peakomponentanalüüsis olid limusiini tõugu veised teiste tõugudega võrreldes pigem kõrgema rümbamassi ja lihakushindega ning väiksema tapavanuse ja rasvasushindega. Limusiini tõul oli kõrgeim lihakushinde vähimruutkeskmise (2,4) ning rümbamassi vähimruutkeskmise (322,2 kg) ei erine palju suurima rümbamassiga (325,6 kg) akviteeni heleda omast. See viitab sellele, et antud andmete baasil andis limusiini tõug parimaid lihajõudluse tulemusi.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Albertí, P., Ripoll, G., Goyache, F., Lahoz, F., Olleta, J. L., Panea, B., & Sañudo, C.** (2005). Carcass characterisation of seven Spanish beef breeds slaughtered at two commercial weights. – *Meat Science*, 71(3), 514–521. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.033>
- Alt, A.** (2006). Veise- ja lambarümpade algtöötlemine ja klassifitseerimine SEUROP-süsteemi põhiselt. *Eesti Maaülikool*.
- Bertrand, P. V., Sakamoto, Y., Ishiguro, M., & Kitagawa, G.** (1988). Akaike Information Criterion Statistics. – *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, 151(3), 567–568. <https://doi.org/10.2307/2983028>
- Bureš, D., & Bartoň, L.** (2018). Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. – *Livestock Science*, 214, 231–237.
- Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS. (2020). *Lihaveised*. <https://www.epj.ee/jkk/lihaveised/> (01.05.2021)
- Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS. (2021). *JK karjade ja loomade arv*. <https://www.epj.ee/jkk/lihaveised/statistika/jk-tegijad.html> (01.05.2021)
- Hele akviteeni tõu aretusprogramm. (2021). <https://etky.ee/firmast/aretusprogramm/> (01.05.2021)
- Herefordi tõu aretusprogramm. (2021). <https://etky.ee/firmast/aretusprogramm/> (01.05.2021)
- Šarolee tõu aretusprogramm. (2021). <https://etky.ee/firmast/aretusprogramm/> (01.05.2021)
- Šoti mägise tõu aretusprogramm. (2021). <https://etky.ee/firmast/aretusprogramm/>
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K., & Philipsson, J.** (2003). Genetic analyses of field-recorded growth and carcass traits for Swedish beef cattle. – *Livestock Production Science*, 84(1), 53–62. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00049-6)
- European Parliament and Council. (2013). Regulation (EU) No 1308/2013: establishing a common organization of the markets in agricultural products. – *Official Journal of the European Union*, L 347.
- Herva, T., Huuskonen, A., Virtala, A. M., & Peltoniemi, O.** (2011). On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. – *Livestock Science*, 138(1–3), 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.12.019>
- Jäntschi, L., & Bolboacă, S. D.** (2018). Computation of probability associated with Anderson-Darling statistic. – *Mathematics*, 6(6), 88. <https://doi.org/10.3390/math6060088>
- Kaart, T.** (2012). *Sissejuhatus üldiste lineaarsete mudelite teooriasse*. http://www.eau.ee/~ktanel/lineaarne_mudel/pt1.php (01.05.2021)

- Kaart, T.** (2013a). *Lineaarse korrelatsioonikordaja statistiline olulisus*. Eesti Maaülikool. http://ph.emu.ee/~ktanel/andmeanalyys_excelis/pt62.php (01.05.2021)
- Kaart, T.** (2013b). *Matemaatiline statistika ja modelleerimine*. http://ph.emu.ee/~ktanel/DK_loeng31.pdf (01.05.2021)
- Kaart, T.** (2014, January 20). *Mitmemõõtmelise statistika koolitus*. http://www.eau.ee/~ktanel/PCA_ja_FA.pdf (01.05.2021)
- Kause, A., Mikkola, L., Strandén, I., & Sirkko, K.** (2014). Genetic parameters for carcass weight, conformation and fat in five beef cattle breeds. – *Animal*, 9(1), 35–42. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001992>
- Kause, A., Mikkola, L., Strandén, I., & Sirkko, K.** (2015). Genetic parameters for carcass weight, conformation and fat in five beef cattle breeds. – *Animal*, 9(1), 35–42. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001992>
- Keane, M. G., & Allen, P.** (1998). Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. – *Livestock Production Science*, 56(3), 203–214. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00155-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00155-9)
- Kolnes, M.** (2018). *Regressioonanalüüs*. <https://rpubs.com/kolnesm/STAU18praktikum3> (01.05.2021)
- Konstandoglo, A., Foksha, V., & Gorea, A.** (2018). Genetic characteristics of the cattle population of the Aberdeen-angus breed. – *Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science*, 61, 42–45.
- Kool, A.** (2014). Anguse ja herefordi tõugu lihaste suuruse mõjurid ja rümba väärtus. – *Magistritöö, Eesti Maaülikool, Tartu*, 2014-05-28
- Krupa, E., Oravcova, M., Polak, P., Huba, J., & Krupova, Z.** (2005). Factors affecting growth traits of beef cattle breeds raised in Slovakia. – *Czech Journal of Animal Science*, 50(1) 14–21. <https://doi.org/10.17221/3990-cjas>
- Laird, N. M., & Ware, J. H.** (1982). Random-Effects Models for Longitudinal Data. – *Biometrics*, 38(4), 963–974. <https://doi.org/10.2307/2529876>
- Möls, M.** (2015). Biomeetria Bioloogidele. *Tartu Ülikool*. <http://www-1.ms.ut.ee/mart/biomeetria2015/> (01.05.2021)
- Muižniece, I., & Kairiša, D.** (2016). Different beef breed cattle fattening results analysis. – *Res. Rural Develop*, 1, 57–62.
- Niemi, J., & Ahlstedt, J.** (2015). Finnish Agriculture and Rural Industries 2015. In *Natural resources and bioeconomy studies 26/2015*, 99 p.
- Parts, J.** (2016). Lihaste algtöötlemisel tekkivad kõrvalsaaduste kogused ja füüsikalise keemiline koostis. *Magistritöö, Eesti Maaülikool, Tartu*, 2016-06-01

- Pesonen, M., & Huuskonen, A. K.** (2015). Production, carcass characteristics and valuable cuts of beef breed bulls and heifers in Finnish beef cattle population. – *Agricultural and Food Science*, 24(3), 164–172.
- Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet. (2021, March 23). *Veiste statistilised andmed* (P. R. ja I. Amet, Toim). https://www.pria.ee/sites/default/files/aruananded/Lihaveiste_statistika.xlsx (01.05.2021)
- R Core Team. (2021). *R*. <https://www.r-project.org/index.html> (01.05.2021)
- Riigikogu. (2021). *Loomatauditõrje seadus*. Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/101072020006> (01.05.2021)
- Rios Utrera, A., & van Vleck, L. D.** (2004). Heritability estimates for carcass traits of cattle: a review. – *Genet Mol Res*. 30;3(3):380–394. PMID: 15614729.
- Rootalu, K.** (2014). *Korrelatsioonikordajad*. <http://samm.ut.ee/korrelatsioonikordajad> (01.05.2021)
- Statistiska centralbyrån. (2019). – *Jordbruksstatistisk sammanställning 2019 med data om livsmedel – tabeller*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/js2019.html> (01.05.2021)
- Stimbirys, A., Shernienė, L., Prusevichus, V., Jukna, V., Shimkus, A., & Shimkienė, A.** (2016). The influence of different factors on bulls carcass conformation class in Lithuania. – *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22(4), 627–634.
- Suurmaa, A.** (2005). Lihaveisekasvatuse Eestis. – *Eesti Lihaveisekasvatavate Selts, Tartu*. 268 lk
- Suurmaa, A.** (2020). Mida peaks teadma lihaveisekasvatusega alustaja. – *Tartumaa Põllumeeste Liit, Tartu*. 57 lk.
- Svyrydenko, N. P., & Kostenko, S. O.** (2019). Assessment of fattening performance and slaughtering characteristics of young bulls from Aberdeen Angus breed, Volyn Meat breed, and Charolais breed. – *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 641–645. https://doi.org/10.15421/2019_802
- Vabariigi Valitsus. (2021). Veise-, sea- ja lambarümpade kvaliteediklasside määramise täpsemad nõuded ning kvaliteediklasside määramiseks tunnustamise kord. *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/103072018007?leiaKehtiv> (01.05.2021)
- Växa Sverige. (2020a). *Husdjursstatistik*. <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/mer-om-mjolk/statistik/> (01.05.2021)
- Växa Sverige. (2020b). *Slaktresultat Statistik KAP Kokontroll 2004-2019*. <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/mer-om-kott/statistik/> (01.05.2021)
- Veselá, Z., Vostrý, L., & Šafus, P.** (2011). Linear and linear-threshold model for genetic parameters for SEUROP carcass traits in Czech beef cattle. – *Czech Journal of Animal Science*, 56(9), 414–426. <https://doi.org/10.17221/1292-cjas>
- Zvirbule, A., & Andersons, R.** (2017). Factors influencing changes of beef cattle herd quantity and size: case of Latvia. – *Rural development 2017 : bioeconomy challenges : proceedings of the*

8th international scientific conference, 23-24 November, 2017, Aleksandras Stulginskis University, pp. 530–536. <https://doi.org/10.15544/rd.2017.147>

Mina, Kaarel Sild,
sünniaeg 05.06.1989 ,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

"Eesti lihaveisetõugude lihajõudluse võrdlus " ,
(lõputöö pealkiri)

mille juhendajad on Alo Tänavots pm-dr; Tõnu Põlluäär, MSc; dotsent Heli Kiiman, pm-dr
(juhendaja(te) nimi)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

- 2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
- 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor Kaarel Sild / allkirjastatud digitaalselt /
(allkiri)

Tartu, 25.05.2021
(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Alo Tänavots / allkirjastatud digitaalselt / (juhendaja nimi ja allkiri)	25.05.2021 (kuupäev)
---	-------------------------

Tõnu Põlluäär / allkirjastatud digitaalselt / (juhendaja nimi ja allkiri)	25.05.2021 (kuupäev)
--	-------------------------

Heli Kiiman / allkirjastatud digitaalselt / (juhendaja nimi ja allkiri)	25.05.2021 (kuupäev)
--	-------------------------